

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Změna layoutu a optimalizace procesu montáže textilních ložisek

Change of the Layout and Optimization of the Assembly Process of Textile Bearings

Student:

Bc. Lucia Mackovčáková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová

OSTRAVA 2012

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lucia Mackovčáková**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 10 Technologický management  
Téma: **Změna layoutu a optimalizace procesu montáže textilních ložisek**  
**Change of the Layout and Optimization of the Assembly Process of**  
**Textile Bearings**

Zásady pro vypracování:

1. Všeobecná charakteristika řešené problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Vyhodnocení analýzy a stanovení cílů.
4. Návrh řešení.
5. Zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ZELENKA, A., Král, M. *Projektování výrobních systémů*. 1995, ISBN 80-01-01302-2.  
LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. ANTL Praha, 1989, ISBN 80-03-00050-5  
MUTHER, R., HAGANĀS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. 1. vyd. Praha : SNTL  
Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.  
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno : CERM, 2005.  
ISBN 80-214-2871-6  
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996.  
32s.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**

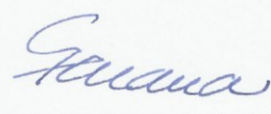
Konzultant diplomové práce: Ing. Ivan Galvánek

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

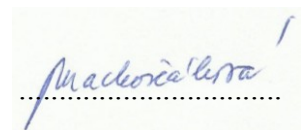


  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Prehlásenie študenta**

Prehlasujem, že som celú diplomovú prácu vrátane príloh vypracovala samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a uviedla som všetky použité podklady a literatúru.

V Ostrave: 7.5.2012




podpis študenta

Prehlasujem, že

- som bola oboznámená s tým, že na moju diplomovú prácu sa plne vzťahuje zákon č. 121/2000 Zb., autorský zákon, hlavne §35 – použitie diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školských predstavení a použitie školského diela a §60 – školské dielo.
- beriem na vedomie, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (ďalej len „VŠB-TUO“) má právo nezárobkovo ku svojej vnútornej potrebe diplomovú prácu použiť (§35 odst. 3)
- súhlasím s tým, že diplomová práca bude v elektronickej podobe uložená v Ústrednej knižnici VŠB-TUO k nahliadnutiu a jeden výtlačok bude uložený u vedúceho diplomovej práce. Súhlasím s tým, že údaje o kvalifikačnej práci budú zverejnené v informačnom systéme VŠB-TUO.
- bolo zjednané, že VŠB-TUO, v prípade záujmu z jej strany, uzavrie licenčnú zmluvu s oprávnením k použitiu diela rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bolo zjednané, že použiť svoje dielo – diplomovú prácu alebo poskytnúť licenciu k jej použitiu môžem len so súhlasom VŠB-TUO, ktorá je oprávnená v takom prípade od mňa požadovať primeraný príspevok na úhradu nákladov, ktoré boli VŠB-TUO na vytvorenie diela vynaložené (až do ich skutočnej výšky).
- beriem na vedomie, že odovzdaním svojej práce súhlasím so zverejnením svojej práce podľa zákona č. 111/1998 Zb., o vysokých školách a o zmene a doplnení ďalších zákonov (zákon o vysokých školách), v znení neskorších predpisov bez ohľadu na výsledok jej obhajoby.

V Ostrave: 7.5.2012 .....



podpis

Bc. Lucia Mackovčáková

Jána Kollára 2455, bl. K/E

022 01 Čadca

Slovenská republika

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

MACKOVČÁKOVÁ, L. *Změna layoutu a optimalizace procesu montáže textilních ložisek : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 71 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Diplomová práce se zabývá změnou layoutu a optimalizací procesu montáže textilních ložisek v podniku KINEX a.s. Bytča. Cílem práce byla optimalizace materiálových toků a následná úspora ploch, která vycházela z nového umístění montáže. Firmou byli vybráni představitelé pro nízkootáčkové a vysokootáčkové textilní ložiska, na jejichž základě byly zpracovány analýzy. Po stanovení cílů, byla zpracována analýza materiálového toku a pomocí trojúhelníkové metody a Sankeyovo diagramu navrženy dvě varianty. Na přání podniku, byla navržena jedna varianta s dopravním pásem.

## ANNOTATION OF MASTER THESIS

MACKOVČÁKOVÁ, L. *Change of the Layout and Optimization of the Assembly Process of Textile Bearings : Master thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 71 p. Thesis head: Schindlerová, V.

Master thesis deals with the change of the layout and optimization of the assembly process of textile bearings in company KINEX a.s. Bytča. The content of the work was the optimization of material flows and the follow saving of space, based on a new fitting placement. Company selected representatives for low speed and high speed textile bearings on which was the analysis processed, on which the analyzes were processed. After setting objectives, was processed analysis of material flow and by the triangle method and Sankey diagram were designed two variants. The wish of company was designed a variant with conveyor belt.

**Obsah**

Zoznam použitých skratiek .....	8
Úvod .....	10
1 Všeobecná charakteristika riešenej problematiky .....	11
1.1 Organizácia montážneho procesu .....	11
1.2 Spôsoby rozmiestnenia pracovísk .....	12
2 Analýza súčasného stavu .....	18
2.1 Charakteristika spoločnosti KINEX BEARINGS a.s. ....	18
2.2 Sortiment firmy KINEX BEARINGS a.s. ....	23
2.2.1 Špeciálne dvojradové guľkové ložiská pre textilné stroje .....	24
2.3 Textilná montáž .....	25
2.3.1 Aktuálna dispozícia textilnej montáže .....	25
2.3.2 Pracoviská textilnej montáže .....	26
2.3.3 Súčasný materiálový tok .....	31
3 Vyhodnotenie analýzy a stanovenie cieľov .....	33
4 Metodické postupy .....	37
4.1 Analýza materiálového toku.....	37
4.1.1 Metóda postupných schém .....	38
4.1.2 Metóda šachovnicovej tabuľky.....	38
4.2 Trojuholníková metóda.....	38
4.3 Návrh rozmiestenia montáže .....	40
4.4 Kapacitné prepočty .....	42
5 Návrh riešenia .....	45
5.1 Označenie všetkých objektov.....	46

	Obsah
5.2 Spracovanie postupných schém.....	47
5.3 Zostavenie šachovnicovej tabuľky .....	49
5.4 Zostavenie tabuľky prepravovaného materiálu .....	49
5.5 Rozmiestnenie pracovísk do trojuholníkovej siete.....	51
5.6 Kapacitné prepočty .....	52
5.6.1 Ručné operácie .....	52
5.6.2 Strojové operácie .....	54
5.7 Sankeyov diagram .....	55
5.8 Návrh rozmiestnenia pracovísk .....	55
5.8.1 Variant A.....	56
5.8.2 Variant B .....	59
5.9 Porovnanie oboch variantov.....	62
5.9.1 Porovnanie finančnej náročnosti .....	62
5.9.2 Porovnanie dĺžky materiálových tokov.....	63
6 Zhodnotenie prínosu práce .....	64
Záver.....	65
Použité zdroje.....	66
Zoznam obrázkov .....	68
Zoznam tabuliek.....	69
Zoznam príloh.....	70

**Zoznam použitých skratiek**

a.s.	akciová spoločnosť
cm	centimeter
C <sub>Stola</sub>	cena jedného stola
C <sub>Stolov</sub>	cena všetkých stolov
č.	číslo
č. prac.	číslo pracoviska
DA	dni absencie
DD	dni na dovolenku
DNO	dni neplánovanej opravy
DOP	dni plánovanej opravy
DV	využitelné dni v roku
EFP	efektívny časový fond pracoviska
EF	efektívny časový fond
EFR	efektívny fond pracovníka
EFS	efektívny časový fond stroja
g	gram
H	počet hodín
hod	hodina
k	teoretický počet strojov alebo pracovníkov
ks	kus
kg	kilogram



$k'_{iPRAC}$	teoretický počet pracovníkov
$k'_{iSTROJ}$	teoretický počet strojov
KN	koeficient nepodarkovosti
KO	koeficient obsluhy
KP	koeficient znižovania prácnosti
KPN	koeficient plnenia výkonových noriem
m	meter
$m^2$	meter štvorcový
$m_{1ks}$	hmotnosť 1 ks
min	minúta
mm	milimeter
$m_Q$	hmotnosť všetkých kusov
$N_j$	výkonová norma výrobku j za plánované obdobie
$n_{Stola}$	počet stolov
T	čas
t	tona
Q	množstvo
€	Euro

## Úvod

Montáž sa skladá z mnohých úkonov a pohybov, ktoré sa opakujú a môžeme ich všeobecne vyjadriť. Striedanie týchto úsekov závisí od konštrukcie výrobku, teda od sledu potrebných operácií, ktoré majú byť na jednotlivých pracoviskách spravené. Samotná montáž sa robí buď na ručnom, mechanizovanom alebo automatizovanom pracovisku.

Firma KINEX Bearings a.s. patrí medzi špičku v strojníckom priemysle, predovšetkým v oblasti špeciálnych ložísk pre textilnú výrobu a vo výrobe valčekových ložísk pre koľajové vozidlá, ktoré sú expedované do celého sveta.

V dnešnej dobe sa vo výrobe prejavuje tlak na cenu výroby, pretože zo zahraničia (predovšetkým z Číny) sú k nám dovážané podstatne lacnejšie výrobky. Z tohto dôvodu sa musia európske podniky snažiť zlacňovať výrobu, avšak aj po stlačení všetkých možných nákladov nie je vždy možné pokračovať vo výrobe. Časť firmy KINEX a.s. Bytča mala dlhú tradíciu vo výrobe ložísk do bicyklov, ale vzhľadom na tlak zahraničnej výroby bolo potrebné výrobu ukončiť, pretože už nebola rentabilná. Po kalkulácii všetkých nákladov nebol podnik schopný vyrobiť ložisko lacnejšie ako konkurencia, ktorá ich ponúka za zlomok ceny. Cena výrobku z Číny sa pohybovala v relácii len ceny materiálu u nás, bez ďalšieho spracovania.

Po ukončení tejto výroby vznikol voľný priestor a preto sa firma rozhodla, že by ho chcela efektívne využiť, čo bolo aj cieľom tejto diplomovej práce. Nová dispozícia sa má nachádzať na menšom priestore, kvôli čomu bolo potrebné navrhnuť nový layout. Výsledkom práce sú dva varianty, pričom v jednom je zapracovaný dopravník, čo bolo aj želaním podniku.

## 1 Všeobecná charakteristika riešenej problematiky

Montáž patrí medzi posledné časti výroby. Jedná sa o etapu, v ktorej sa prejaví všetky organizačné, technické a výrobné nedostatky predchádzajúcich etáp. Montáž predstavuje podsystem samotného výrobného procesu. [1, 2]

Montážne pracoviská môžeme podľa klasifikácie montážnych prostriedkov rozdeliť do 3 skupín:

- Ručné montážne pracoviská pre ľahké výrobky.
- Montáže, na ktorých sa montujú výrobky do rozmerom cca 300x300x300 mm a váhy cca 15kg.
- Ručné montážne pracoviská pre ťažké a rozmerné výrobky.

Môžu nastať 2 prípady:

- Pohyblivá montáž - pracoviská cez ktoré sa základná súčiastka pohybuje (napr. unášanie dopravníkom) a k nej sa pripájajú ďalšie súčiastky.
- Stacionárna montáž - pracoviská sú stabilné, základná súčiastka je pevne na jednom mieste. Často sa vyznačuje striedaním pracovníkov. [3]

### 1.1 Organizácia montážneho procesu

Montážny systém možno definovať ako organizačno-technické usporiadanie ľudí a techniky podieľajúcich sa na montáži výrobku. Každý montážny systém môžeme charakterizovať najmä jeho časovou a organizačnou štruktúrou.

V princípe poznáme 2 typy montážnych systémov:

**1. Montážne usporiadanie** – montážna technika sa zaraďuje za sebou podľa poradia vykonávaných operácií, v praxi sa vyskytujú tieto základné typy:

- synchronný montážny systém,
- automatická rotorová linka,
- asynchronný montážny systém,
- hviezdicový montážny systém,
- skupinový montážny systém (Príloha A). [1]

**2. Technologické usporiadanie** – na jednom mieste sa sústreďuje technika len pre jeden druh montáže.

Montážny proces môžeme hodnotiť aj z hľadiska toho, či sa výrobok montuje na jednom alebo viacerých pracoviskách. Potom sa montáž rozlišuje na:

- **stacionárnu** – výrobok sa montuje postupne na jednom pracovisku jedným alebo viacerými pracovníkmi. Realizuje sa pomocou rámcových montážnych postupov bez stanovenia noriem času. Využíva sa v kusovej a malosériovej výrobe pri montáži veľkých a ťažkých obrobkov.
- **pohyblivú** – montážne operácie prebiehajú súčasne na rôznych pracoviskách. Zmontované výrobky sa pohybujú od jedného pracoviska k druhému v zmysle technologického a časového sledu montáže, pričom činnosť na pracoviskách je definovaná podrobnými montážnymi postupmi. Využíva sa pri veľkosériovej a hromadnej výrobe. [1]

### ***1.2 Spôsoby rozmiestnenia pracovísk***

Rozmiestnenie pracovísk je v značnej miere ovplyvnené špecializáciou útvaru. Pri rozmiestňovaní strojov a pracovísk sa vychádza z rozborov a riešení rozmiestňovacích metód. Výsledkom navrhnutého rozmiestnenia by mala byť požadovaná funkčnosť (hospodárnosť výroby, prehľadnosť usporiadania, priamočiarosť a nezvratnosť technologického toku, minimálne manipulácie, minimálne obsadený priestor, bezpečnosť práce). [2, 4]

V zásade rozlišujeme päť základných spôsobov usporiadania:

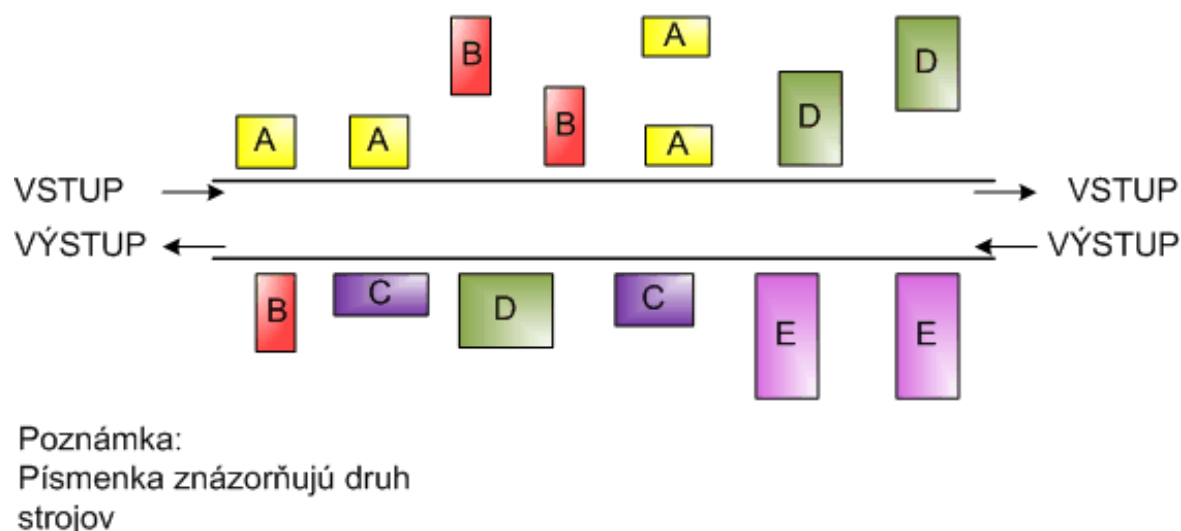
1. **voľné,**
2. **technologické,**
3. **predmetné,**
4. **modulárne,**
5. **bunkové.** [2]

## 1. Voľné usporiadanie

Stroje a pracoviská sú zoskupené a usporiadané v dielni náhodne. Tento typ usporiadania je používaný v prípade, keď nebolo možné stanoviť vopred materiálový tok, nadväznosť operácií a riadiace vzťahy. Do tejto skupiny sa môžu zaradiť prototypové a údržbárske dielne s kusovým charakterom výroby. Z praktického hľadiska je tento druh usporiadania neefektívny a preto využíva zriedkavo. [2]

## 2. Technologické usporiadanie

Patrí medzi najstaršie druhy usporiadania. Charakteristické je zoskupenie do výrobných úsekov podľa príbuznosti strojov, operácií (Obr. 1.1). Typickým príkladom sú zvarovne, kde sa robí len zváranie. [2, 4]



Obr. 1.1 Technologické usporiadanie [2]

V tomto prípade sa jedná o kusovú a malosériovú výrobu, kde nie je možné stanoviť jednoznačný smer materiálového toku. Z tohto dôvodu musia byť stroje a náradie univerzálne, robotníci vyučení a kvalifikovaní. Tento druh usporiadania sa využíva predovšetkým v ťažkom a strednom strojníctve. Pri plánovaní a riadení výroby sa väčšinou volí postupný spôsob usporiadania. [2]

Tab. 1.1 Výhody a nevýhody technologického usporiadania [2, 4]

Technologické usporiadanie	
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>malá citlivosť na zmeny vo výrobe,</li> <li>ľahké zavedenie viacstrojovej obsluhy,</li> <li>docielenie lepšieho využitia strojov,</li> <li>poruchy nenarušia výrobu,</li> <li>zníženie nástrojového vybavenia (napr. upínacie prípravky, otočný stôl),</li> <li>zaraďenie majstrov do dielní podľa špecializácie,</li> <li>proces vzájomného učenia sa a zdokonaľovania pracovníkov</li> <li>ľahká údržba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>komplikovaný a dlhý materiálový tok, náročnosť prípravy výroby a riadenia výroby,</li> <li>rast nákladov na dopravu,</li> <li>dlhá priebežná doba výroby,</li> <li>vyššie nároky na výrobnú plochu,</li> <li>veľké kapacitné nároky na sklady,</li> <li>zvýšený objem rozpracovanej výroby.</li> </ul>

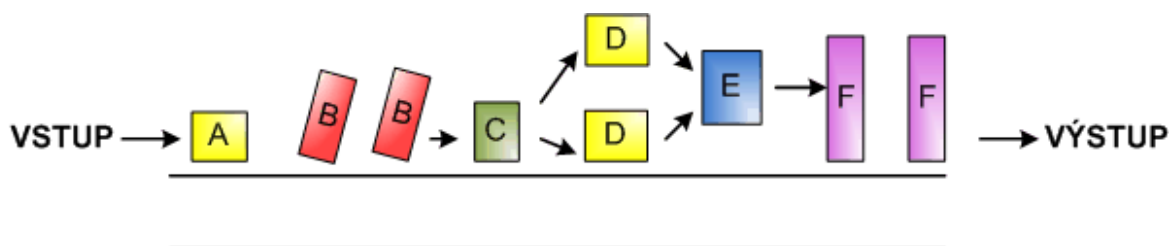
### 3. Predmetné usporiadanie

Typickým znakom tohto usporiadania je zoradenie pracovísk podľa operácií technologického postupu. Súčiastky sa pohybujú rovnakým smerom, čím vzniká výrobný prúd (Obr. 1.2). Výsledkom tohto usporiadania sú výrobné úseky, ktoré svojim názvom označujú aj predmet výroby. [2, 4]

Medzi typické označenia pracovísk patria:

- ozubené kolesá,
- hriadele,
- prevodovky,
- mostáreň,
- karosáreň. [4]

Ideálne usporiadanie je možné zostaviť len pre jednu súčiastku alebo pre jednu skupinu tvarovo alebo technologicky podobných súčiastok. Za ideálne usporiadanie môžeme označiť výrobnú linku. [2]



Poznámka:

Písmenka znázorňujú druh strojov

Obr. 1.2 Predmetné usporiadanie [2]

Za najvyšší stupeň predmetného usporiadania je pokladaná automatická synchronizovaná linka, ktorá sa skladá z jednoúčelových strojov a dopravníku alebo riadiacimi panelmi medzi nimi. [2]

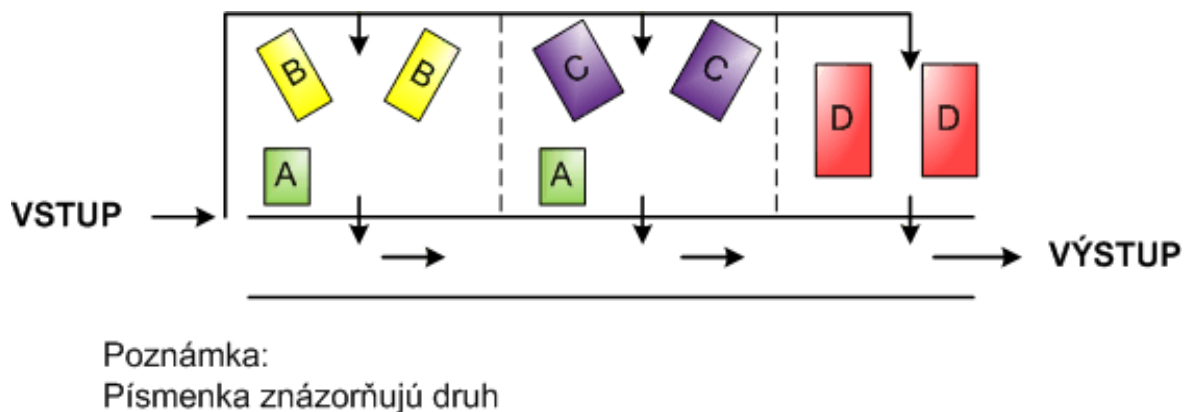
Tento druh usporiadania sa využíva vo všeobecnom a stredne ťažkom strojnícťve, pri veľkosériovej a hromadnej výrobe. Nie je potrebný kvalifikovaný personál, pretože stroje sú nastavené špecialistami, nastavovačmi. [2]

Tab. 1.2 Výhody a nevýhody predmetného usporiadania [2, 4]

Predmetné usporiadanie	
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>malá rozpracovanosť,</li> <li>krátke a prehľadné dopravné cesty,</li> <li>nižšie náklady na manipuláciu,</li> <li>kratší priebežný čas výroby,</li> <li>úspora obežných prostriedkov,</li> <li>nižšie nároky na výrobnú plochu,</li> <li>malé náklady na skladovanie,</li> <li>zlepšenie operatívneho riadenia výroby,</li> <li>menej náročná príprava výroby a riadenie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>citlivosť na zmeny vo výrobnom programe,</li> <li>znížením objemu výroby klesne využiteľnosť strojov,</li> <li>obťažnosť, alebo neschopnosť využitia voľnej kapacity strojov,</li> <li>skonštruovanie špeciálnych strojov, ktorých výroba a údržba je náročnejšia a aj finančne nákladnejšia.</li> </ul>

#### 4. Modulárne usporiadanie

Tento druh usporiadania vznikol na základe usporiadania strojov a zariadení, ktoré vznikli rozšírením NC – strojov. Typické je preň zoskupovanie rovnakých technologických blokov, pričom každý má viac technologických funkcií (Obr. 1.3). [2, 5]



Obr. 1.3 Modulárne usporiadanie [2]

Keďže majú modulárne pracoviská vyššiu produktivitu práce, tak aj ich postavenie v dielni je prioritné, ako z ohľadu obsluhy strojov náradím, materiálom, výkresovou dokumentáciou, tak aj z hľadiska systému plánovania a riadenia prípravy zákaziek, údržby. [2]

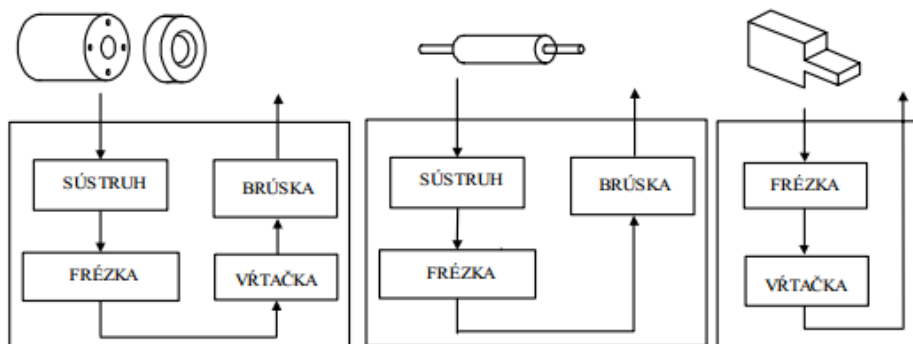
Tab. 1.3 Výhody a nevýhody modulárneho usporiadania [2]

Modulárne usporiadanie	
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>vysoká produktivita práce,</li> <li>kratšie operačné a medzioperačné časy,</li> <li>kratšia pribežná doba výroby,</li> <li>kratšie dopravné cesty,</li> <li>lepšia organizácia práce a riadenie výroby.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyššie nároky na technickú prípravu výroby,</li> <li>vysoká cena strojov a zariadení.</li> </ul>



## 5. Bunkové usporiadanie

Bunkové usporiadanie patrí medzi novšie spôsoby usporiadania pracovísk. Bunka je väčšinou tvorená vysoko produktívnym strojom s mechanizovaným alebo automatizovaným okolím (roboti, zásobníky, špeciálne technologické palety). Výrobné bunky sú priestorovo usporiadané v závislosti na vyrábanom sortimente (Obr. 1.4). [2, 4]



Obr. 1.4 Bunkové usporiadanie

Tab. 1.4 Výhody a nevýhody bunkového usporiadania [5]

Bunkové usporiadanie	
Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> <li>vysoká produktivita práce,</li> <li>minimalizovaná, automatizovaná, robotizovaná operačná a medzioperačná manipulácia s materiálom,</li> <li>presné dodržovanie technologickej kázne a tým aj zvýšenie kvality výroby a zníženie zmätkovitosti,</li> <li>zníženie potreby obežných priestorov.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyššie nároky na technickú prípravu výroby,</li> <li>vysoká cena strojov a zariadení.</li> </ul>

## 6. Kombinované usporiadanie

Používa sa pri projektovaní väčších celkov, kde môže projektant použiť podľa potreby rôzne druhy usporiadania, ktoré vytvoria jeden celok. Väčšinou je používaná kombinácia dvoch a viacerých spôsobov. Najpoužívanejšou kombináciou je technologicko-predmetné usporiadanie pracovísk. [2]

## 2 Analýza súčasného stavu

Táto kapitola sa zaoberá predstavením podniku a analyzovaním súčasného stavu. Stručne tu bude predstavený výrobný program, analyzované budú technologické postupy, za účelom zistenia aktuálneho materiálového toku ako aj predstavenie samotného priebehu montáže.

### 2.1 Charakteristika spoločnosti *KINEX BEARINGS a.s*

KINEX BEARINGS a.s. je súčasťou európskej priemyselnej skupiny HTC Holding a.s. so zameraním na strojnícky priemysel. Patrí medzi popredných dodávateľov špeciálnych ložísk pre textilnú výrobu a vo výrobe valčekových ložísk pre koľajové vozidlá.

KINEX BEARINGS a.s. sa zaoberá výrobou širokého portfólia valivých ložísk pre rôzne segmenty priemyslu, ktoré sú exportované do celého sveta. [6]



Obr. 2.1 Logo podniku KINEX BEARINGS a.s.

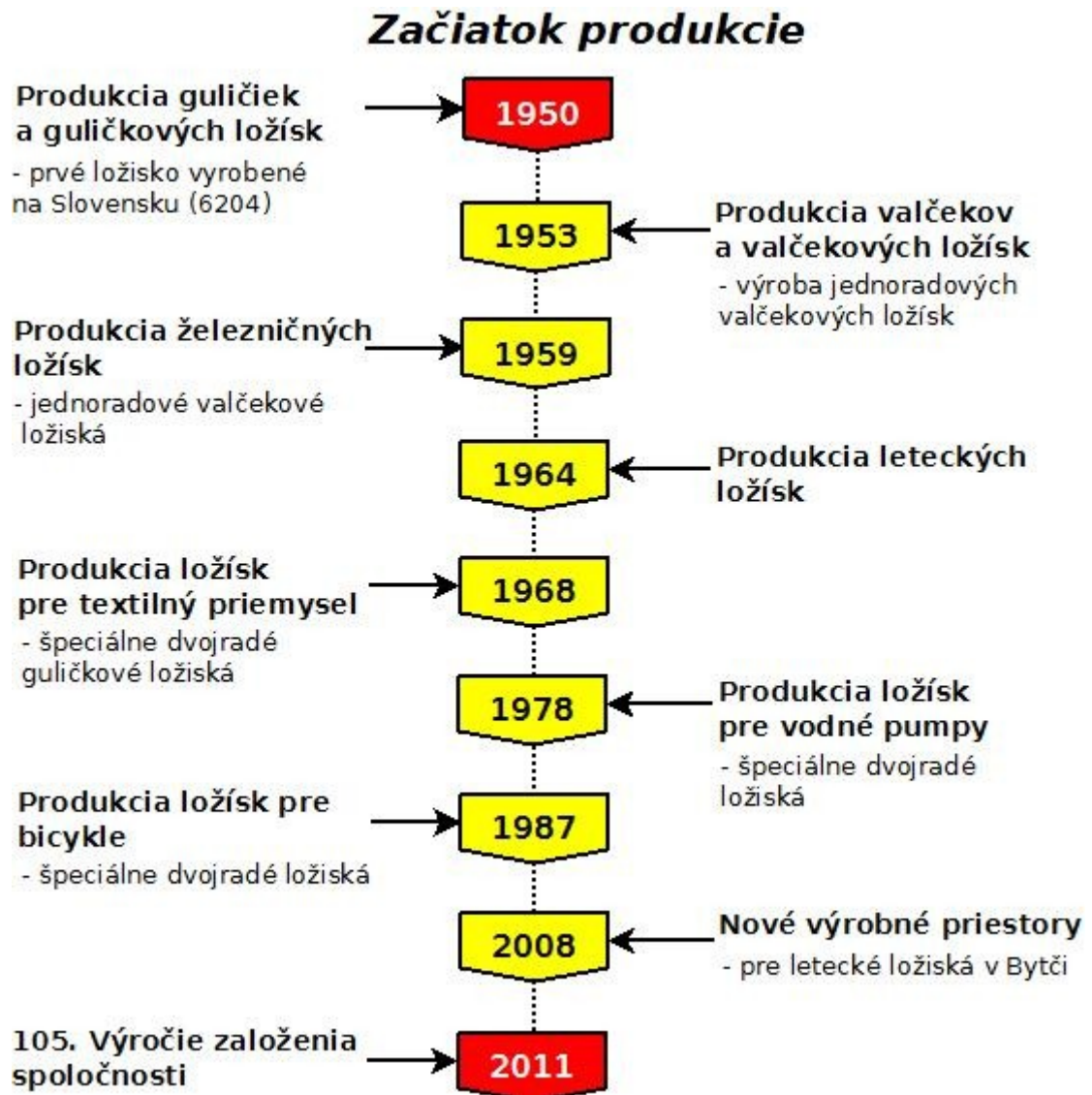
Skupina KINEX taktiež dodáva ložiská podľa požiadaviek odberateľov doplnené i o niektoré ďalšie súčiastky, ako napr. remenice, náhonové kotúče a pružné uloženie. V niektorých prípadoch ide o integrované ložiskové celky, ktoré umožňujú technologicky a ekonomicky efektívnejšiu výrobu textilných strojov. [7]

Spoločnosť má dva závody KINEX, a.s., Bytča a KINEX-KLF, a.s., Kysucké Nové Mesto, kde je vyrábaných viac než 8 000 typov (s priemerom 2 mm až 240 mm) a viac ako 40 000 modifikácií. V spoločnosti je zavedený systém riadenia kvality podľa ISO 9001 a ISO/TS 16949 a samotná spoločnosť je certifikovaná spoločnosťou RWTUV. [6]

Súčasťou spoločnosti je aj Strojáreň s.r.o., ktorá pôsobí v KINEX-KLF, a.s. Kysucké Nové Mesto. Táto spoločnosť zabezpečuje technické prípravy ako:

- konštrukciu a výrobu lisovacích zariadení a nástrojov,
- konštrukciu a výrobu rezných nástrojov a upínačov,

- konštrukciu a výrobu strojov a strojných zariadení,
- generálne opravy, rekonštrukcie a modernizáciu strojov. [6]



Obr. 2.2 História KINEX BEARINGS a.s.

**HTC HOLDING, a.s.**

HTC HOLDING A.S. bola založená v roku 1993, so zameraním sa strojný priemysel. Výskum, vývoj a výroba sú zamerané na výrobu moderných, vysokokvalitných produktov a služieb, pre priemyselné aplikácie v poľnohospodárstve, automobilovom, železničnom, textilnom a energetickom priemysle.

Pomocou dcérskych spoločností je HTC holding a.s. zastúpený aj v iných európskych krajinách, ale aj v Severnej Amerike. [8]



Obr. 2.3 Logo HTC - holding a.s. [9]

**Výrobné spoločnosti HTC-holding a.s.:**

- ZETOR TRACTORS a.s.
- Zetor Havlíčkův Brod a.s.
- ZETOR KOVÁRNA s.r.o.
- KINEX, a.s.
- KINEX-KLF, a.s.
- ELEKTROKARBON a.s. [8]

***Politika kvality***

KINEX patrí medzi najväčších výrobcov ložísk na Slovensku s výraznou orientáciou na export. Z tohto dôvodu kladie dôraz na vzájomné prepojenie tradície a značky s kvalifikovaným personálom. [6]

Firma vlastní množstvo certifikátov kvality, pretože sa neustále snaží zlepšovať spokojnosť zákazníkov.

Niektoré certifikáty vlastnené firmou:

- AS 9100,
- IRIS,

- ISO 9001,
- ISO 14001,
- ISO/TS 16949,
- NADCAP AC7102,
- NADCAP AC7108,
- NADCAP AC7114,
- BS OHSAS 18001.

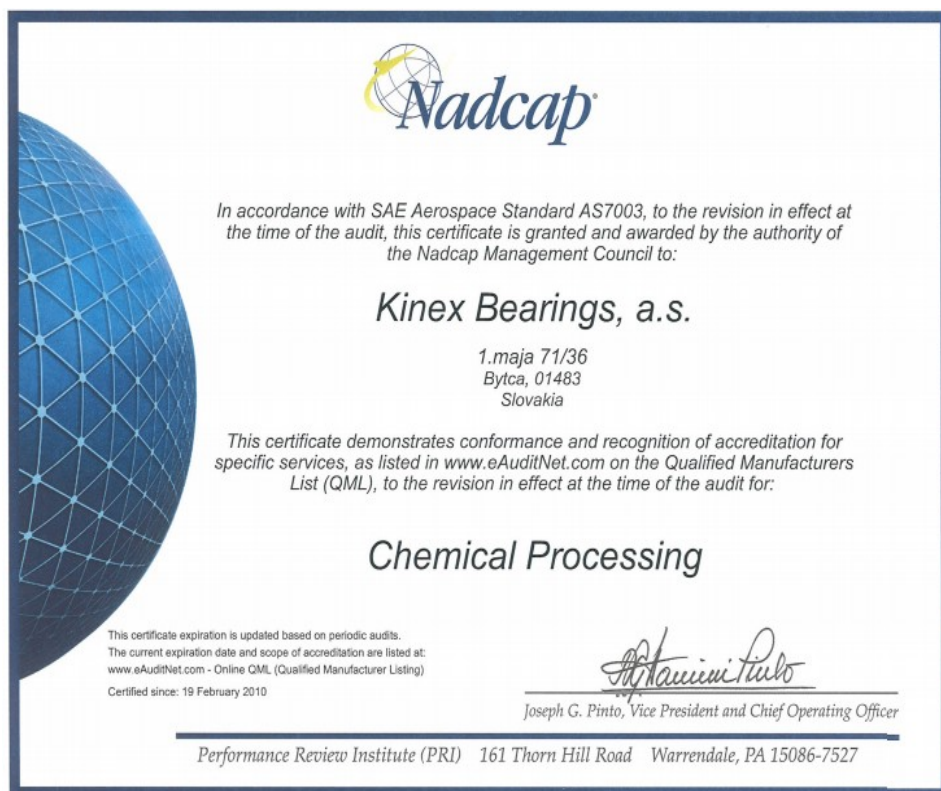


Obr. 2.4 Certifikát ISO 9001:2008 pre KINEX BEARINGS a.s. [6]

Firemná stratégia je orientovaná na neustále zlepšovanie svojej pozície na trhu, a preto sa riadia nasledujúcimi pravidlami:

- váženie si zákazníkov tým, že monitorujú ich potreby a požiadavky, aby bola zvýšená kvalita výrobkov so zámerom udržať si a zlepšiť postavenie na trhu,
- prispôbujú sa potrebám zákazníkov,
- informovanie spolupracovníkov o cieľoch firmy a očakávaniach zákazníkov,
- zvyšovanie kompetentnosti vzdelávaním a výchovou spolupracovníkov, podporujú ich rozvoj, tvorivosť a lojalitu vo firme,

- aktívne podnecovanie prístupu zamestnancov ku kvalite pomocou motivačných nástrojov,
- podpora otvorenej komunikácie medzi zamestnancami za účelom zvýšenia kvality výrobkov, procesov a činností,
- vrcholový manažment priamo zodpovedá za kvalitu, čo zabezpečuje bezkonkurenčnosť výrobkov,
- systematické zabezpečovanie modernizácie technológií, realizácia neustálych inovácií a zlepšovanie servisu,
- budovanie partnerských vzťahov s dodávateľmi za účelom dosiahnutia požadovanej kvality dodávok,
- snaha predchádzaniu chýb, pričom každá chyba je považovaná za neprípustnú a je vyvinutá snaha o jej odstránenie,
- každá odstránená chyba má pre firmu finančný prínos. [6]



Obr. 2.5 Certifikát Nadcap pre KINEX BEARINGS a.s. [6]

## **2.2 Sortiment firmy KINEX BEARINGS a.s.**

Firma KINEX BEARINGS a.s. má široké pole pôsobenia. Sortiment firmy môžeme rozdeliť do nasledujúcich kategórií:

### **Jednoradové guľkové ložiská:**

- Jednoradové guľkové ložiská (s krytmi alebo tesneniami).
- Jednoradové guľkové ložiská s drážkou na vonkajšom krúžku pre poistný krúžok.
- Jednoradové guľkové ložiská rozoberateľné.

### **Jednoradové guľkové ložiská s kosouhlým stykom:**

- Jednoradové guľkové ložiská s kosouhlým stykom.
- Jednoradové guľkové ložiská s kosouhlým stykom pre vysokú frekvenciu otáčania. [5]

### **Jednoradové valčekové ložiská**

### **Jednoradové ihlové ložiská**

### **Špeciálne valivé ložiská:**

- Špeciálne jednoradové guľkové ložiská s pružnými krúžkami typu LGVZ.
- Špeciálne jednoradové valčekové ložiská typu VL určená pre vysokú frekvenciu otáčania.

### **Ložiská pre leteckú a špeciálnu techniku:**

- Jednoradové guľkové ložiská.
- Jednoradové guľkové ložiská s viacbodovým stykom a deleným vnútorným krúžkom.
- Jednoradové guľkové ložiská s kosouhlým stykom.
- Dvojradowé guľkové ložiská s kosouhlým stykom.
- Jednoradové valčekové ložiská. [5]

**Špeciálne ložiská pre motorové vozidlá:**

- Špeciálne jednoradové guľkové ložiská.
- Špeciálne jednoradové a dvojradové valčekové ložiská.

**Špeciálne ložiská pre koľajové ložiská****Špeciálne dvojradové ložiská:**

- Špeciálne dvojradové guľkové ložiská pre textilné stroje.
- Špeciálne dvojradové guľkové ložiská pre uloženie stredu bicykla.
- Špeciálne dvojradové guľkové ložiská pre vodné čerpadlá spaľovacích motorov. [5]

**Valivé telieska****Ložiskové skrine****2.2.1 Špeciálne dvojradové guľkové ložiská pre textilné stroje**

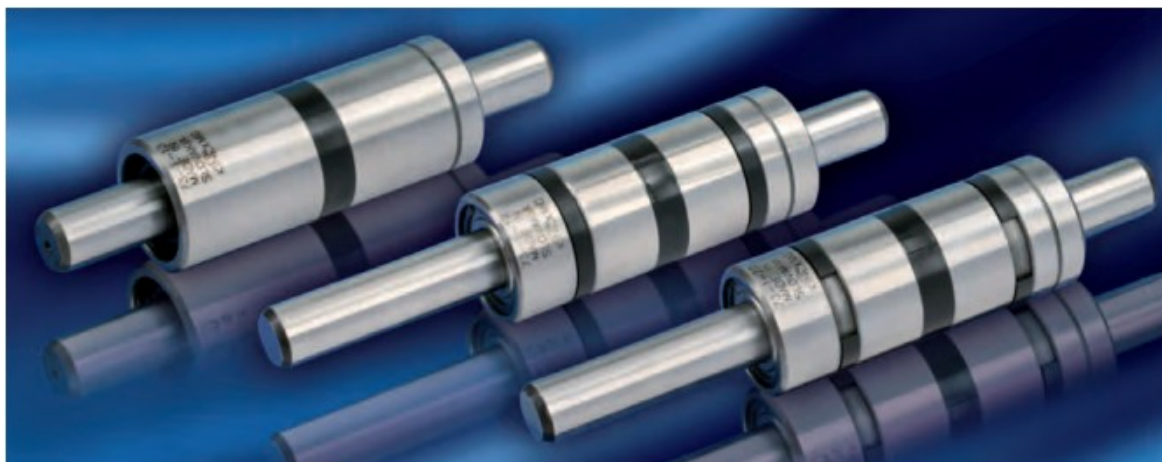
Typ špeciálne guľkové ložiská pre textilnú montáž a prístrojovú techniku tvoria nerozoberateľné súčasti, ktoré pozostávajú z valcového puzdra a hriadeľa uloženého v dvoch radách guliek. Guľky sú umiestnené v ľahkých jednostranných kliečkach. Obežné dráhy hriadeľa a valcového puzdra sú vyrábané vo vysokom stupni presnosti. Aby bolo zabránené vnikaniu nečistôt do ložísk, sú z oboch strán umiestnené dotykové alebo bezdotykové tesnenia. Ložiská sú plnené kvalitným plastickým mazivom, ktoré zabezpečuje jeho mazanie počas celej životnosti. V niektorých prípadoch konštrukcia umožňuje aj dodatočné domazávanie počas životnosti.

Tento druh ložísk je dimenzovaný pre vysoké frekvencie otáčania a pomerne malé zaťaženie. Ďalej je preň charakteristická vysoká presnosť rozmerov a spoľahlivosť chodu, čo je zárukou ich vysokej úžitkovej hodnoty.

Široký sortiment textilných ložísk môže byť použitý napr.:

- v bezvretenových spriadacích strojoch,
- ako ložiská napínacích kladiek,
- pri uložení spriadacej komory a vyčesávacieho kotúča,
- vo vretenách krutných jednotiek, v tvarovacích strojoch.





Obr. 2.6 Špeciálne valivé ložisko [6]

### 2.3 Textilná montáž

V závode KINEX, a.s., Bytča, sa v súčasnosti pracuje na strojnej montáži, montáži veľkých a malých vodných púmp a textilnej montáži. Do konca roku 2011 sa tu vyrábali taktiež ložiská do bicyklov, avšak pre nízku návratnosť bola táto výroba ukončená.

Podnik sa zaoberá výrobou špeciálnych valivých ložísk pre textilné stroje, ktorých počiatok výroby začína od roku 1968. V súčasnosti podnik patrí medzi lídrov na trhu. [6]

Vývoj týchto špeciálnych ložísk zahŕňa aj riešenie uloženia najdôležitejšieho prvku textilných strojov, ale aj pre prístrojovú techniku. Textilné ložiská sú navrhnuté pre vysoké frekvenčné otáčanie a pomerne malé zaťaženie. Charakterizuje ich vysoká presnosť rozmerov a spoľahlivosť chodu, čo je zárukou ich efektívneho využitia a vysokej úžitkovej hodnoty. [6]

#### 2.3.1 Aktuálna dispozícia textilnej montáže

V súčasnosti sa textilná montáž nachádza v montážnej hale s označením M5. V hale je textilná montáž situovaná medzi oddychovou zónou a skladovacou časťou. Súčasná plocha má rozmery 20x8 m, tzn. 160m<sup>2</sup>. Hala má montážny charakter.

Väčšina montážnych úkonov sa robí ručne na montážnych dvoj stoloch, ktoré sú zoradené za sebou. Na počiatku tohto radu sa nachádzajú pracoviská rozmeriavania. Tieto montážne stoly sú používané podľa momentálnej potreby. Po pravej strane sa nachádzajú plničky maziva, zábeh a kontrola nízkootáčkových ložísk a kontrola chodu a vibrácií a po ľavej strane výstupná kontrola, konzervácia a balenie, LIS na zalisovanie tesnenia a stroj na kalibráciu. Ďalšie pracoviská ako kontrola vzhľadu obežnej dráhy,

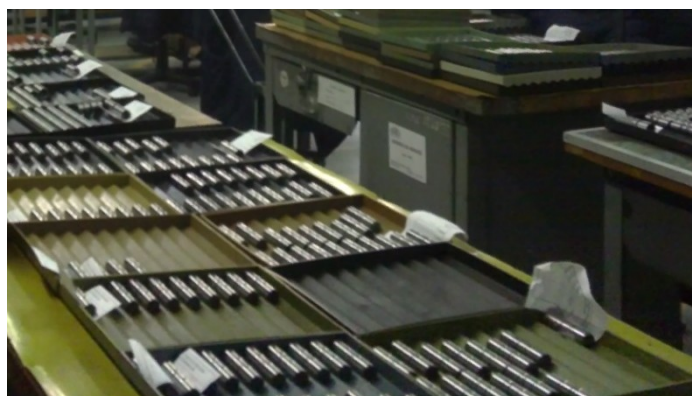
ultrazvuková práčka, laserový popisovač a zábeh a kontrola chodu sa vykonávajú mimo časti textilnej montáže.

### 2.3.2 Pracoviská textilnej montáže

V tejto podkapitole je podrobne zmapovaný postup montáže textilných ložísk. Tento podrobný postup je dôležitý pre ďalšie spracovanie diplomovej práce. Pretože tieto pracoviská sú špecifické a je potrebné uvažovať o ich funkcii.

#### Rozmeriavanie

Puzdrá a hriadele sú rozmerané a podľa nameranej presnosti rozdelené do príslušných špeciálnych transportných obalov, o rozmeroch 25x25 cm. Každému obalu prislúcha aj vlastná sprievodka s informáciami o tom, kto dané kusy rozmeral, aký typ sa nachádza v transportnom obale a príslušná nameraná hodnota.



Obr. 2.7 Odkladacie miesto pre hriadele pri rozmeriavaní

Pred samotným rozmeriavaním musí pracovníčka skontrolovať, či dané meradlo prislúcha k rozmeriavanému typu a skontroluje jeho platnosť kalibrácie.

POMOCNÁ SPRIEVODKA - ROZMERIAVANIE			
MENO			
DÁTUM		ZMENA	
PÚZDRO			
HRIADEL			
TPRM			
NAMERANÁ HODNOTA			

Obr. 2.8 Vzor tlačiva - pomocná sprievodka

V prípade nájdania nezhodných kusov ich pracovníčka zaradí do jednej z nasledujúcich skupín:

**Nezhodných kusov opraviateľných** – vypíše tlačivo „Výrobná sprievodka pre nezhodné kusy opraviateľné“, priloží ho k transportnej debničke na vyhradenom mieste.

**Nezhodných kusov neopraviateľných (Príloha B)** – vypíše tlačivo „Výrobná sprievodka pre nezhodné kusy neopraviateľné“, priloží ho k transportnej debničke na vyhradenom mieste.

NEZHODNÉ VÝROBKY	
Č.sprievodky:.....	Dátum:.....
TPRM:.....	Počet kusov:.....
Operácia zistenia:.....	Operácia vzniku:.....
Nedodržaný parameter:.....	
Namerané hodnoty:.....	
Zamestnanec zistenia:.....	
TK:.....	
Posúdenie komisiou	
Kód:..... 4 – miestny znak: .....	
Príčina nehody:.....	
Vinník nehody:.....	
Rozhodnutie:.....	
.....	
Podpis komisie:.....	
Poznámka:.....	
.....	
T. č. 4016-1/08	

Obr. 2.9 Vzor tlačiva - nezhodné kusy opraviateľné

HS .....															
VÝROBNÁ SPRIEVODKA PRE OPRAVITEĽNÉ NEZHODNÉ VÝROBKY										Číslo sprievodky:					
Súčiastka: .....										Dávka ks:					
OPRAVOVANÁ NEZHODA:															
Sprievodku vystavil:										Dátum vystavenia:					
Oper. číslo	Dátum	Sm.	PRACOVNÍK Meno	Číslo stroja	Dobré ks		Nezhodné ks	Opravy ks	OTK						
					Jednot.	Kumul.									
Sled technologických operácií			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Obr. 2.10 Vzor tlačiva - sprievodka pre nezhodné kusy neopraviateľné



## Párovanie rozmeraných puzdier a hriadel'ov

Tento úkon je určený pre jedného pracovníka, ktorý zozbiera plné prepravné obaly z pomocných rozmeriavacích stolov.

**Príprava** - napárovanie rozmeraných súčiastok (hriadele + puzdra) pre vlastnú montáž podľa párovacích tabuliek a vzhľadom na predpísanú radiálnu a axiálnu vôľu ložiska, priradiť valivé telieska (gul'ôčky).

V prípade nedostatočného rozsahu valivých teliesok je pracovníčka povinná podľa priemerov rozmeraných puzdier a tolerančného rozsahu valivých teliesok vyplniť tlačivo: *požiadavky brúsenia hriadel'ov*.



Obr. 2.11 Textilná montážna hala - rozmeriavanie, párovanie

Povinnosťou režijnej pracovníčky párovania je skontrolovať správnu identifikáciu jednotlivých vydávaných súčiastok podľa výrobnjej sprievodky a technologickej návodky.

### Ručná montáž ložiska

Tento krok sa skladá z dvoch častí a to z montáže a kontroly. Najskôr sa predmažú obežné puzdra dráhy na JUS plničke v predpísanom množstve (1,5+0,2g). Nasledovne je do jednej obežnej dráhy vložených 5 gul'ôčok a 4 do druhej obežnej dráhy puzdra a potom sa vloží hriadeľ. Následne sa vloží ešte 2+1 gul'ôčok do obežných dráh, tak aby bolo na každej obežnej dráhe po 6 gul'ôčok. Potom sa rozdelia gul'ôčky a zalisujú klietky prípravkom z oboch strán. Na záver sa musí ložisko pretočiť.

## **Meranie axiálnej vôle ložiska**

Najskôr je potrebné vložiť zmontované ložisko do meradla axiálnej vôle, čím je zaistená poloha puzdra. Zatláčením na hriadeľ cez páčku meradla je zameraná axiálna vôľa. Meraná axiálna vôľa je medzi hornou a dolnou hodnotou pohybu hriadeľa voči puzdru v axiálnom smere.

Následne sa vypíše sprievodka. „Nulákom“ sa 4x za zmenu sa prevedie kontrola správnosti merania.

## **Ručné práce**

Po kontrole sú do drážok ložiska nasunuté ochranné krúžky tak, aby boli otvory v drážkach zakryté.

## **Plnenie ložiska mazivom**

V prvom kroku sa vloží zmontované ložisko do prizmy plničky a spustením zariadenia sa ložisko naplní mazivom. Pri zmene typorozmeru sa musí plnička vždy zoradiť, aby vyhovovala požiadavkám.



**Obr. 2.12 Plnička maziva**

Ložisko je správne naplnené, ak je mazivo rovnomerne rozdelené po oboch stranách ložiska v bezprostrednej blízkosti valivých teliesok. Mazivo musí byť plnené za klietky do vnútra ložiska.

Správne rozloženie maziva sa kontroluje v prvom kroku zvážením nenaplneného ložiska a po jeho naplnení opätovným zvážením. Rozdiel týchto hodnôt je váha maziva.

### **Nasunutie tesnenia**

Najskôr sa nasunie krúžok „O“ na tesnenie, potom aj ostatné tesnenia na hriadeľ a poloha sa zaistí poistným krúžkom. V tomto kroku sa musí vždy skontrolovať prítomnosť kliebok v ložisku a chod.

### **Nasunutie upínacieho krúžku**

Teraz sa na ložisko do drážky puzdra môže nasunúť upínací krúžok. Veľmi dôležité je, aby krúžok neprečnieval cez vonkajší priemer puzdra a tým nebránil v budúcom chode ložiska.

### **Kalibrácia**

Pri kalibrácii sa skontroluje priemer puzdra kalibrom. V prípade, keď upínací krúžok prečnieva, tak sa demontuje a potom sa opätovne nalepí a zalisuje nový upínací krúžok. Opätovne sa prevedie kontrola priemeru puzdra.

### **Popis ložiska laserom**

Na vyrobené ložisko sa urobí popis laserom, v ktorom je zahrnutý názov firmy, ktorá ložisko vyrobila, typ a rozmer, mesiac a rok výroby. V prípade nezhôd dochádza k ľahkej identifikácii šarže.

### **Zabehnutie ložiska**

*Vysokootáčkový textil* - každé ložisko sa zabehne na stroji, zábeh trvá cca 10hod, pričom sa súčasne zabeháva 128 ložísk. Tento zábeh sa robí v špeciálne vyhradenej miestnosti. Po zábehu sa každé ložisko skontroluje a očistí.

*Nízkokotáčkový textil* – tento druh zábehu sa robí na stroji, priamo v priestoroch textilnej montáže.

### **Výstupná kontrola**

Kontrola výstupných parametrov.

### **Konzervovanie a balenie**

Týmto krokom končí celý proces montáže a po ňom už nasleduje expedícia.

### 2.3.3 Súčasný materiálový tok

Firma sa zaoberá výrobou ložísk už dlhé roky, počas ktorých dochádzalo k rôznym zmenám vo výrobe (prehadzovanie jednotlivých pracovísk). Avšak pri zmenách sa nekládol dôraz na efektívne využitie materiálových tokov. Z tohto dôvodu je materiálový tok chaotický a potrebuje optimalizovať tak, aby sa skrátili časy potrebné na manipuláciu s materiálom. Podrobne graficky rozobraté materiálové toky pre jednotlivé výrobky sa nachádzajú v prílohách C – G.

#### Objem výroby

Podnik poskytol plánovaný objem výroby na rok 2012, s ktorým sa naďalej uvažovalo pri stanovení usporiadania montáže. Objemy výroby sú uvedené v tab. 2.1 a príslušné výpočty boli spracované pomocou vzorca (2.1).

Tab. 2.1 Plánovaný objem výroby na rok 2012

Typ	Plánovaný objem výroby na rok 2012			
	Q [ks]	Hmotnosť		
		m <sub>1ks</sub> [kg]	m <sub>Q</sub> [kg]	m <sub>Q</sub> [t]
72-8-3	57 760	0,140	8 086,4	8,0864
72-8-3/K	17 780	0,140	2 489,2	2,4892
T100	108 480	0,140	15 187,2	15,1872
73-1-14	72 500	0,200	14 500	14,5000
76-3-KK	63 530	0,200	12 706	12,7060
76-3-1	29 950	0,200	5 990	5,9900

**Výpočet celkového objemu:**

$$m_Q = Q \cdot m_{1ks} \quad (3.1)$$

$Q$  ... množstvo výrobkov [ks]

$m_{1ks}$  ... hmotnosť 1 ks [kg]

$m_Q$  ... hmotnosť všetkých kusov, daného typu

- Výpočet pre typ 72-8-3

$$m_Q = Q \cdot m_{1ks} = 57\,760 \cdot 0,140 = 8\,086,4 \text{ kg} = \underline{\underline{8,0864 \text{ t}}}$$





**Cieľ:** Nová dispozícia by mal byť polovičná oproti súčasnému stavu. Z tohto dôvodu je bude potrebné navrhnuť efektívne rozmiestnenie a uvažovať s dispozičným upravením montážnych pracovísk.

**Tab. 3.1 Aktuálna dispozícia montáže**

Pracovisko	[m <sup>2</sup> ]
Rozmeriavanie	32
Montážne stoly	29
Ručné práce	23
Pracovisko výstupnej kontroly	18
Laserový popis	11
Balenie a konzervovanie	10
Zalisovanie tesnenia LIS	7
Plnička ložiska 2	7
Párovanie	4
Plnička ložiska 1	1,5
<b>Celková plocha</b>	<b>142,5</b>

### Optimalizácia materiálových tokov

Po dôkladnom preskúmaní technologických postupov a materiálových tokov jednotlivých výrobkov, boli zistené určité nedostatky. Materiálové toky boli chaotické a križovali sa, dochádzalo k spätným materiálovým tokom, ktoré sú nežiaduce (Obr. 3.2). V prílohách sa nachádza znázornenie materiálových tokov pre jednotlivé typy (Prílohy C - G).

**Cieľ:** Optimalizácia materiálových tokov montáže, tak aby bol tok priamy s dôrazom na skrátenie dĺžky materiálových tokov. Aktuálne dĺžky tokov sú uvedené v tab. 3.2.

1 – Kalibrovanie	11 - Ručné práce, nasunutie tesnenia
2 – Rozmeriavanie	12 - Nasunutie upínacieho krúžku
3 - Párovanie rozmeraných častí	13 - Zábeh ložiska 2
4 - Kontrola vzhľadu obežnej dráhy	14 - Kontrola chodu vibrácii, kontrola chodu 2
5 - Ručná montáž ložiska, meranie axiálnej vôle	15 - Výstupná kontrola
6 - Meranie axiálnej vôle 2	16 - Nasunúť a zatlačiť zádku
7 - Plnenie ložiska 1	17 - Konzervovať a baliť
8 - Plnenie ložiska 2	18 - Práť a sušiť telieska
9 - Plnenie ložiska 3	19 - Popis laserom
10 - Zalisovanie tesnenia LIS	20 - Zábeh ložiska

**Tab. 3.2 Aktuálna dĺžka materiálových tokov**

Typ	Délka materiálového toku
72-8-3	181 m
72-8-3/K	181 m
T100	180 m
73-1-14	148 m
76-3-KK	143 m
76-3-1	140m

## Montážne pracoviská

Na každom pracovisku sa strieda viac pracovníkov, z tohto dôvodu nie je pracovisko vždy rovnaké (pracovníčky si prinášajú vlastné sprievodky, perá, stoličky). Pracoviská sú zastarané (každé má iný rozmer) a pomocou vhodných metód by ich bolo potrebné upraviť tak, aby zodpovedali stanovenému štandardu.

**Cieľ:** Stanovenie štandardu pracoviska, keďže sú všetky montážne stoly rovnaké tak aby bol štandard rovnaký pre všetky pracoviska ručných operácií.



Obr. 3.3 Pracovisko rozmeriavania

### Ďalšie ciele:

- Zníženie rozpracovanosti výroby.
- Zvýšenie produktivity práce.

## 4 Metodické postupy

Táto kapitola sa zaoberá teoretickými východiskami, ktoré boli použité v diplomovej práci. Postupne bude predstavená problematika analýzy materiálového toku a podrobnejšia charakteristika použitých metód. Na tieto poznatky naviaže teoretický postup trojuholníkovej metódy, ktorej aplikácia je použitá v ďalšej kapitole.

Následne budú tieto metódy aplikované na samotnú analýzu v diplomovej práci. Analýzy boli spracované na základe interného pozorovania a údajov poskytnutých firmou. Pri vypracovaní bolo postupované na základe teoretických znalostí z oblasti projektovania.

V tejto časti sú bližšie popísané metodické postupy, ich stručná charakteristika a postup ako pri jednotlivých metódach postupovať.

### 4.1 Analýza materiálového toku

Materiálový tok popisuje organizovaný pohyb materiálu, ktorý spája jednotlivé výrobné operácie alebo výrobné fázy.

Informácie o materiálovom toku získame z konštrukčných podkladov a technologických postupov, v ktorých sa nachádzajú informácie o jednotlivých operáciách, ktorých výsledkom je finálny výrobok.

Pri zložitých výrobkoch a veľkom objeme výroby je materiálový tok veľmi komplikovaný. Z tohto dôvodu sa kladie dôraz na rozbor názornými metódami, ktoré zobrazujú pohyb materiálu v grafoch a schémach. [10]

Metódy rozboru materiálového toku:

- P-Q diagram,
- metóda postupových grafov,
- metóda postupových listov,
- metóda postupovej schémy,
- metóda šachovnicovej tabuľky,
- grafické metódy znázornenia materiálového toku (schéma dopravných ciest, Sankeyov diagram) [11]

#### 4.1.1 Metóda postupných schém

Táto metóda znázorňuje tok materiálov, pre viac výrobkov naraz. Graf pozostáva zo zoznamu technologických pracovísk v logickom slede a v ďalších stĺpcoch je znázornený sled technologických operácií, pri konkrétnych výrobkoch alebo reprezentantovi skupiny podobných výrobkov. Každý graf pozostáva z čísla operácie v krúžku a šípok, ktoré znázorňujú sled operácií. Pretože každý výrobok má iný technologický postup, dochádza k spätným tokom, ktoré môžeme vidieť zaznamenané v grafe.

Schéma slúži k presnému znázorneniu aktuálneho stavu sledu operácií pri skupine výrobkov. [11, 12]

#### 4.1.2 Metóda šachovnicovej tabuľky

Šachovnicová tabuľka je nazývaná aj tabuľka „odkiaľ - kam“. Tabuľka sa zostrojí pomocou zoradenia pracovísk na vodorovnej a zvislej osi, v rovnakom poradí. Do každého okienka vyznačíme pohyb operácií od jednej operácie k druhej. Po zostrojení tabuľky získame prehľad o pohybe každého výrobku, o jeho pohybe odkiaľ a kam. [11, 12]

Po tomto kroku je zostavená tabuľka s prepravovaným objemom medzi pracoviskami ( $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow A$ ). Jednotlivé objemy sú zoradene zostupne, od najväčšieho po najmenší prepravovaný objem.

Vzhľadom k tomu, že pri tejto metóde nie je dôležité koľko materiálu putuje medzi pracoviskami  $A \rightarrow B$  a koľko naspäť  $B \rightarrow A$ , udávame v tejto tabuľke celkový súčet prepravovaného materiálu medzi pracoviskami ( $A \leftrightarrow B$ ). [2]

#### 4.2 Trojuholníková metóda

Táto metóda má aj prívlastok „jednoduchá“, aby bola odlišená od trojuholníkovej metódy hodnotenia vzťahov.

Známe sú dva druhy použitia:

- z pamäti (bez výpočtov) – pri jednoduchých prípadoch s malým počtom prvkov,
- výpočtom (exaktná) – pri zložitých systémoch s väčším počtom prvkov. [2]

Tento druh metódy sa používa v prípadoch, kde sa nachádza len jeden druh vzťahu (napr. množstvo prepravovaného materiálu medzi jednotlivými pracoviskami), ktorý je rozhodujúci a ostatné vzťahy sú podradné. Princípom metódy je minimalizácia vzdialeností medzi pracoviskami. [2, 13]

Základný postup trojuholníkovej metódy:

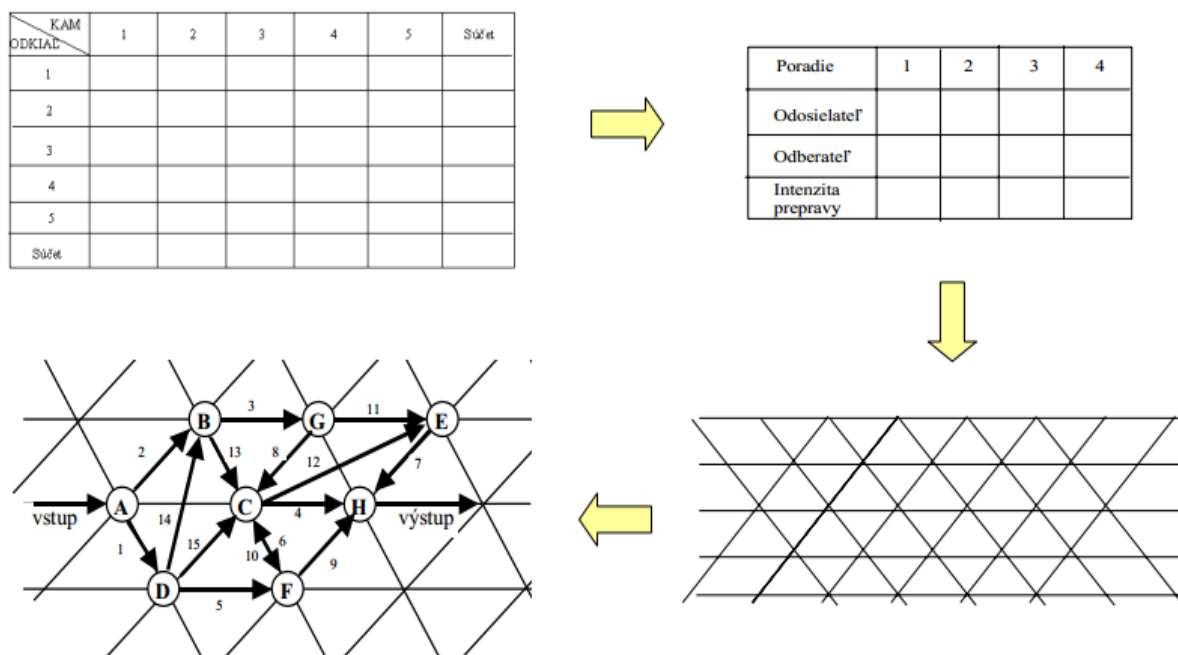
1. **Označenie všetkých objektov**, ktoré sa budú rozmiestňované, číslami, znakmi (zľahčenie práce s tabuľkami kvôli dlhým názvom).
2. **Zostavenie šachovnicovej tabuľky** základného vzťahu prepravovaného množstva materiálu.
3. Zo šachovnicovej tabuľky základných vzťahov, je zostavená **tabuľka prepravovaného materiálu**, ktorá je zostavená zostupne podľa objemu prepravovaného materiálu. A následne sa určí priorita jednotlivých tokov a označia sa podľa tab. 4.1.

Tab. 4.1 Druhy a označenia priorít

Označenie priority	Slovné vyjadrenie priority	Farebné označenie priority
<i>A</i>	Absolútne nutná	Červená
<i>E</i>	Eminentne nutná	Oranžovo – žltá
<i>I</i>	Imperatívna (dôležitá)	Zelená
<i>O</i>	Obvyklá	Modrá
<i>U</i>	Nevýznamná	Fialová
<i>X</i>	Nežiaduca	Hnedá

4. **Rozmiestnenie jednotlivých pracovísk do trojuholníkovej siete** podľa logickej úvahy. Najskôr sa rozmiestnia pracoviská s najintenzívnejšou väzbou (najväčšie prepravované množstvo). Následne sa podľa prepravovaného množstva naviažu príslušné pracoviská.

5. Posledným krokom je **návrh rozmiestnenia pracoviska**, na základe úpravy trojuholníkovej siete. [2]



Obr. 4.1 Grafické znázornenie trojuholníkovej metódy [5]

### 4.3 Návrh rozmiestenia montáže

Pred samotným návrhom je potrebné obstarat' základné podklady pre návrh montáže, ako sú: *výkresy jednotlivých častí, podskupín a finálneho výrobku, plán výroby, technologické postupy montáže vrátane časových noriem.*

Rozmiestnenie montáže sa určí po návrhu optimalizácie materiálového toku a vyhodnotení technologických, dopravných a ostatných väzieb pomocou vyššie uvedených metód. Vyhodnotenie týchto metód spolu s vypočítanými kapacitnými výpočtami uľahčujú rozhodovanie, ako navrhnuť montáž. Teda či sa bude jednať o samostatnú dielňu (prevádzku) alebo bude montážne pracovisko začlenené priamo do niektorej z výrobných dielní.

Najlepšou pomôckou pri projektovaní montážnej dielne je grafické znázornenie montážnej postupnosti súčastí, dielov, podskupín a skupín pri výrobku. Tieto schémy sa odporúčajú spracovať dvakrát. Prvýkrát na základe súčasného stavu a platnej technologickej dokumentácie a druhýkrát po rozboroch, úpravách a časovej synchronizácii, kedy sa následne navrhne doporučená montážna schéma. Tento druh spracovania je pre projektanta veľmi dôležitý, pretože mu napomáha pri formovaní zoskupenia jednotlivých montážnych pracovísk. [2]



Poznáme rôzne metódy rozmiestňovania pracovísk, ako sú:

- empirické,
- systematické (SLP – Systematic Layout Planning, SHA – Systematic Handlinf Analysie),
- graficky – výpočtové (trojuholníková metóda, kruhová metóda, metóda súradníc, metóda ťažiska),
- stochastické,
- matematické. [11]

**Súhrn poznámok, zásad a poučiek k projektovaniu montáže:**

- Montážne operácie sú v strojnícve ešte stále nedokonalu prepracované. Predovšetkým tie s ručnou montážou.
- Náklady na vývoj a výrobu jednoúčelových montážnych jednotiek sú veľmi vysoké. Z tohto dôvodu sú rentabilné len pri hromadnej výrobe.
- V prípade väčších sérií a zložitých výrobných procesoch sa montáž z pravidla rozdelená na viac linkových pracovísk. V prípade nižších typov výroby je výhodnejšie montovať celý výrobok na jednom stabilnom mieste.
- Pri pohyblivej montáži by mala sa dopravné cesty montovaného celku nemali križovať a mali by byť čo najkratšie.
- Skrátenie montážnych prací sa docieli vhodným vybavením pracoviska vhodným náradím a jeho vhodným umiestnením.
- Fyzickú námahu je možné odstrániť voľbou vhodného prípravku, polohovacieho zariadenia, manipulačného zariadenia, montážnej jamy.
- Duševnú námahu pri pásovej výrobe (monotónne opakovanie pár úkonov) môžeme vyriešiť automatizáciou alebo zvýšením počtu operácií aj za cenu, že niektoré pracoviská budú zdvojené.
- Pri linkovom spôsobe montáže je potrebné podrobne spracovať aj organizáciu. Nutné je projektovať aj pravidelné zásobovanie každého montážneho pracoviska materiálov, náradím, atď. Potrebné sklady sú umiestňované v operatívnej nadväznosti na obsluhované pracovisko. [2]

- V prípade zložitých a prácnych výrobkov sa snažíme stanoviť takt montážnej linky tak, aby bol výrobok na konci výrobných zmeny hotový.
- Pri linkovej montáži je potrebné riešiť aj odstavenie výrobku z linky, aby pri jeho zdržaní na niektorom pracovisku nestala celá linka.
- Funkčnú kontrolu, popřípade skúšobňu, umiestňujeme v blízkosti skúšobne (na ktorej bola zistená neodkladná oprava). Toto isté pravidlo platí o umiestnení ostatných operácií s málo zložitými pohybmi, ako je napríklad vkladanie súčiastky, jeho zoskrutkovanie.
- Montážne pracovisko je potrebné taktiež riešiť z hľadiska svetla, tepla, hluku, škodlivín, atď.
- V porovnaní s obrobňou, lisovňou, má montážna dielňa nižšie nároky na údržbu a opravu, vzhľadom k malému a jednoduchému strojnému vybaveniu. [2]

#### 4.4 Kapacitné prepočty

Ich cieľom je zistiť zdroje výrobných kapacít a jej porovnanie s celkovou pracovnosťou plánovaného množstva výrobkov alebo súčiastok, čím sú zistené požiadavky na výrobné kapacity. [13]

Kapacitnými prepočtami stanovíme teoretickú potrebu:

- strojov a zariadení,
- manipulačných prostriedkov,
- výrobných a pomocných pracovníkov,
- inžiniersko-technických a administratívnych pracovníkov,
- výrobných, pomocných, správnych a sociálnych plôch,
- energií podľa jednotlivých druhov. [2]

Nároky na výrobné kapacity sú určované:

- **výrobným plánom** (druh a množstvo výrobkov, ktoré majú byť vyrobené v určitom období),
- **normou času výrobného zariadenia** potrebného na vykonanie určitej jednotky produkcie (kapacitnou normou pracovnosti produkcie). [13]

**Výpočet počtu strojov/pracovníkov [14]**

$$k = \frac{N_1 \cdot Q_1 + N_2 \cdot Q_2 + \dots + N_n \cdot Q_n}{60 \cdot EF \cdot KPN} = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot Q_j}{60 \cdot EF \cdot KPN} \quad (4.1)$$

k ..... teoretický počet strojov alebo pracovníkov (zaokrúhľuje sa na celé číslo smerom hore, pri výpočte počtu pracovníkov sa vo vzorci používa i koeficient viacobsluhy),

$N_j$  ..... výkonová norma výrobku j za plánované obdobie (napr. rok),

EF ..... efektívny časový fond (hod/rok),

KPN ... koeficient plnenia výkonových noriem.

**Výpočet efektívnych fondov [14]**

Využitelné dni v roku  **$DV=260$  dní**

- Efektívny fond pracoviska:**

$$EFP = DV \cdot H = 260 \cdot 15 = 3900 \text{ hod} \quad (4.2)$$

H ... počet hodín, podľa počtu zmien (dvojjmenná prevádzka = 15 hod)

- Efektívny fond stroja:**

$$EFS = (DV - DPO - DON) \cdot H = (260 - 12 - 3) \cdot 15 = 3\,675 \text{ hod} \quad (4.3)$$

DOP ... dni plánovanej opravy = 12 dní

DNO ... dni neplánovanej opravy = 3 dni

- Efektívny fond pracovníka:**

$$EFR = (DV - DD - DA) \cdot H = (260 - 18 - 17) \cdot 7,5 = 1\,687,5 \text{ hod} \quad (4.4)$$

DD ... dni na dovolenku

DA ... dni absencie = 17 dní

- Premenlivé údaje:**

Koeficient plnenia výkonových noriem: **KPN = 1,1**

Koeficient znižovania prácnosti: **KP = 1**

Koeficient obsluhy: **KO = 1**

Koeficient nepodarkovosti: **KN = 1,002**

**Stanovenie počtu výrobných zariadení a pracovníkov [14]**

- *Teoretický počet strojov*

$$k'_{i\text{ STROJ}} = \frac{Q \cdot T}{60 \cdot EFS \cdot KPN \cdot KO \cdot KP} \cdot KN \Rightarrow k_{i\text{ STROJ}} \quad (4.5)$$

- *Teoretický počet pracovníkov*

$$k'_{i\text{ PRAC}} = \frac{Q \cdot T}{60 \cdot EFR \cdot KPN \cdot KP} \cdot KN \Rightarrow k_{i\text{ PRAC}} \quad (4.6)$$

## 5 Návrh riešenia

Táto kapitola diplomovej práce sa zaoberá návrhom a spracovaním variantného riešenia pomocou aplikácie metodických postupov v kapitole 4.

### **Charakteristika nových priestorov**

Keďže sa nejedená priamo o nové priestory, je pri navrhovaní potrebné uvážiť aj priestorové možnosti. Nová textilná montáž by sa mala premiestniť do inej časti dielne, už s novým dispozičným riešením.

Nové priestory textilnej montáže, sa budú nachádzať v miestach bývalej montáže ložísk do bicyklov. Z tejto plochy bude pre montáž vyčlenený priestor 25x5m.

### **Analýza materiálového toku**

Analýza materiálových tokov bola spracovaná pomocou jednotlivých metód, ktoré sú metodicky rozobraté v kapitole 4.

Postupne boli spracované nasledujúce kroky:

- 1. Označenie všetkých objektov.*
- 2. Spracovanie postupných schém.*
- 3. Zostavenie šachovnicovej tabuľky.*
- 4. Zostavenie tabuľky prepravovaného materiálu.*
- 5. Rozmiestnenie pracovísk do trojuholníkovej siete.*
- 6. Kapacitné prepočty.*
- 7. Sankeyov diagram.*
- 8. Návrh rozmiestnenia pracovísk.*

Skôr než bolo začaté so samotnou analýzou na základe vyššie uvedených bodov, bolo prvým krokom spracovanie technologických postupov pomocou postupových schém.

### 5.1 Označenie všetkých objektov

V tomto kroku boli spracované označenia všetkých montážnych pracovísk. Keďže sa na niektorých montážnych pracoviskách robilo viac operácií, tak aj ich názov je dlhší. Z tohto dôvodu sú pracoviská ďalej označované pod príslušným označením. Tieto označenia sú používané aj v ďalších častiach práce.

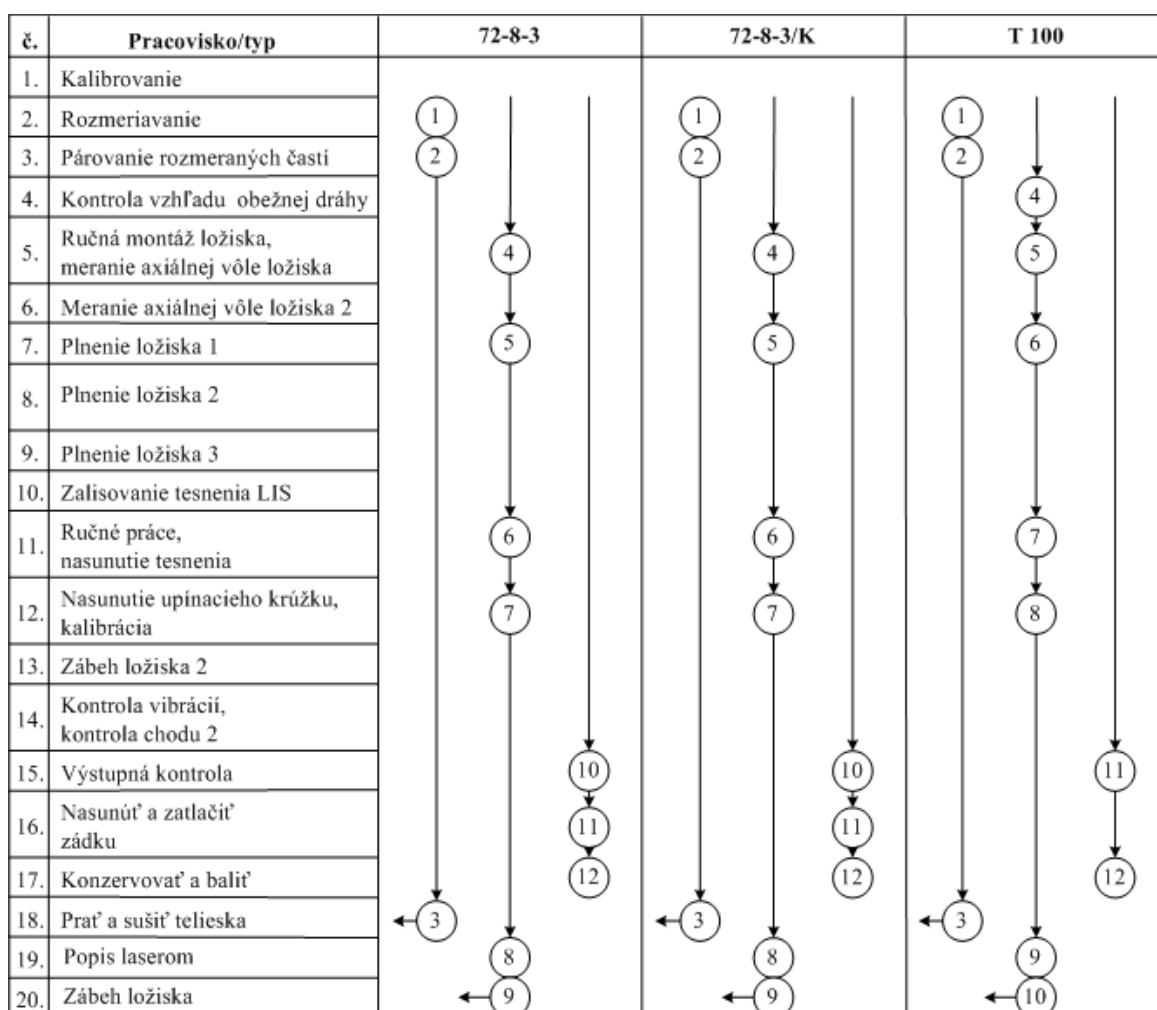
**Tab. 5.1 Označenia jednotlivých pracovísk**

Č. prac.	Názov pracoviska
1.	Kalibrovanie
2.	Rozmeriavanie
3.	Párovanie rozmeraných častí
4.	Kontrola vzhľadu obežnej dráhy
5.	Ručná montáž, meranie axiálnej vôle ložiska
6.	Meranie axiálnej vôle ložiska 2
7.	Plnenie ložiska 1
8.	Plnenie ložiska 2
9.	Plnenie ložiska 3
10.	Zalisovanie tesnenia LIS
11.	Ručné práce, nasunutie tesnenia
12.	Nasunutie upínacieho krúžku, kalibrácia
13.	Zábeh ložiska 2 (nizkootáčkový)
14.	Kontrola vibrácií a chodu 2 (nizkootáčková)
15.	Výstupná kontrola
16.	Nasunutie a zatlačenie zátky
17.	Konzervácia a balenie
18.	Pranie a sušenie teliesok
19.	Popis laserom
20.	Zábeh ložiska (vysokootáčkový)

## 5.2 Spracovanie postupných schém

V prvom kroku bola použitá metóda postupných grafov, kde bol znázornený presun výrobku pri montáži halou, tzn. analýza materiálových tokov. Keďže ide o grafickú metódu, tak môžeme vidieť ako sa jednotlivé postupy pri nízkootáčkovom textile sa podobajú (Tab. 5.1). Ak by bola zachovaná postupnosť pracovísk, ako je uvedené v tabuľke, tak by nedochádzalo k spätným tokom a výrobok by plynule prešiel montážou.

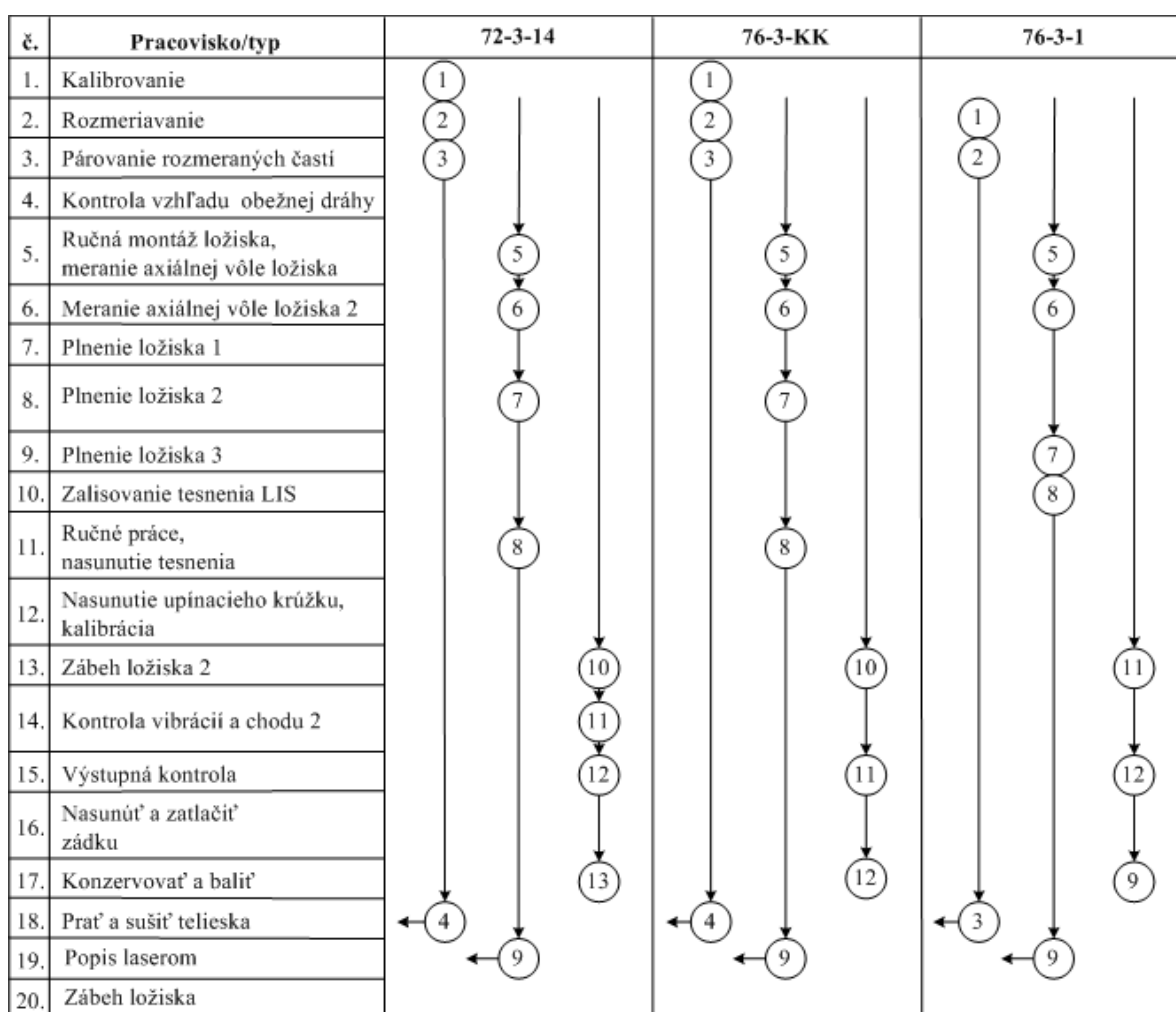
V tomto kroku boli zoradené pracoviská v ideálnej postupnosti. V tomto prípade boli niektoré operácie zlúčené do jedného pracoviska. Dôvodom bolo efektívne využitie miesta, keďže bolo zbytočné, aby niektoré operácie mali samostatné pracovisko, keďže sa vykonávajú len pri niektorých typoch textilných ložísk. Konkrétne sa jedná o pracoviská č. 4, 5, 12 a 14.



Obr. 5.1 Postupové schémy pre textilné ložiská - vysokootáčkové

Do postupných schém a ďalších postupov, boli zaradené aj pracoviská, ktoré sa nachádzajú v technologických postupoch, ale momentálne sa nevyužívajú priamo podnikom, ide o pracoviská č. 4 a 14. Pričom operácia č. 4 je robená externou firmou, ale bude sa uvažovať nad jej zapojením do montážneho procesu. Operácia č. 14 sa momentálne nevyužíva, ale do budúcnosti môže byť opäť zaradená do montážneho procesu.

Postupové schémy boli spracované na základe poskytnutých technologických postupov a po následnej konzultácii s personálom. V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené postupné grafy pre vysokootáčkové (Obr. 5.1) a nízkoootáčkové textilné ložiská (Obr. 5.2).



Obr. 5.2 Postupové schémy pre textilné ložiská - nízkoootáčkové



### 5.3 Zostavenie šachovnicovej tabuľky

Do tabuľky boli zaznamenané ročné objemy prepravovaného materiálu medzi jednotlivými pracoviskami. V prípadoch, keď sa v jednotlivých poličkách sústredilo viac hodnôt, sa tieto hodnoty sčítali. Na základe tejto tabuľky bolo možné zistiť množstvá prepravované medzi jednotlivými pracoviskami, ktoré boli ďalej spracované. Šachovnicová tabuľka je súčasťou príloh (Príloha H).

### 5.4 Zostavenie tabuľky prepravovaného materiálu

Na základe šachovnicovej tabuľky je zostavená nasledujúca tabuľka prepravovaného materiálu. Objemy sú získané z jednotlivých presunov a každá hodnota je súčtom dopravovaného materiálu na danom materiálovom toku.

Dopravné cesty sú zoradené pod sebou, zostupne podľa prepravovaného objemu. Podľa objemu sú jednotlivým cestám priradené stupne dôležitosti, aby sa pri ďalších postupoch vedelo, ktoré pracoviská sú najdôležitejšie.

Tab. 5.2 Tabuľka prepravovaného materiálu

	ODKIAĽ	Smer	KAM	tony		ODKIAĽ	Smer	KAM	tony
<b>A</b>	2	→	3	58,96	<b>E</b>	12	→	19	25,76
	3	→	18	58,96		19	→	20	25,76
	15	→	17	48,38		20	→	15	25,76
	18	→	5	41,28	<b>I</b>	13	→	15	18,70
	5	→	6	33,20		4	→	5	17,68
	19	→	13	33,20		18	→	4	17,68
<b>E</b>	1	→	2	27,21	<b>O</b>	13	→	14	14,50
	6	→	8	27,21		14	→	15	14,50
	8	→	11	27,21	<b>U</b>	15	→	16	10,58
	11	→	19	27,21		16	→	17	10,58
	5	→	7	25,76		6	→	9	5,99
	7	→	11	25,76		9	→	10	5,99
	11	→	12	25,76		10	→	19	5,99

#### Legenda:

**A** – absolútne nutná

**O** – obvyklá

**E** – eminentne nutná

**U** – nevýznamná

**I** – imperatívna (dôležitá)

**Rozpätie jednotlivých skupín**

**A:** 58,86 – 33,20 t/rok

**E:** 27,21– 25,76 t/rok

**I:** 18,70 – 14,50 t/rok

**O:** 10,58 t/rok

**U:** 5,99 t/rok

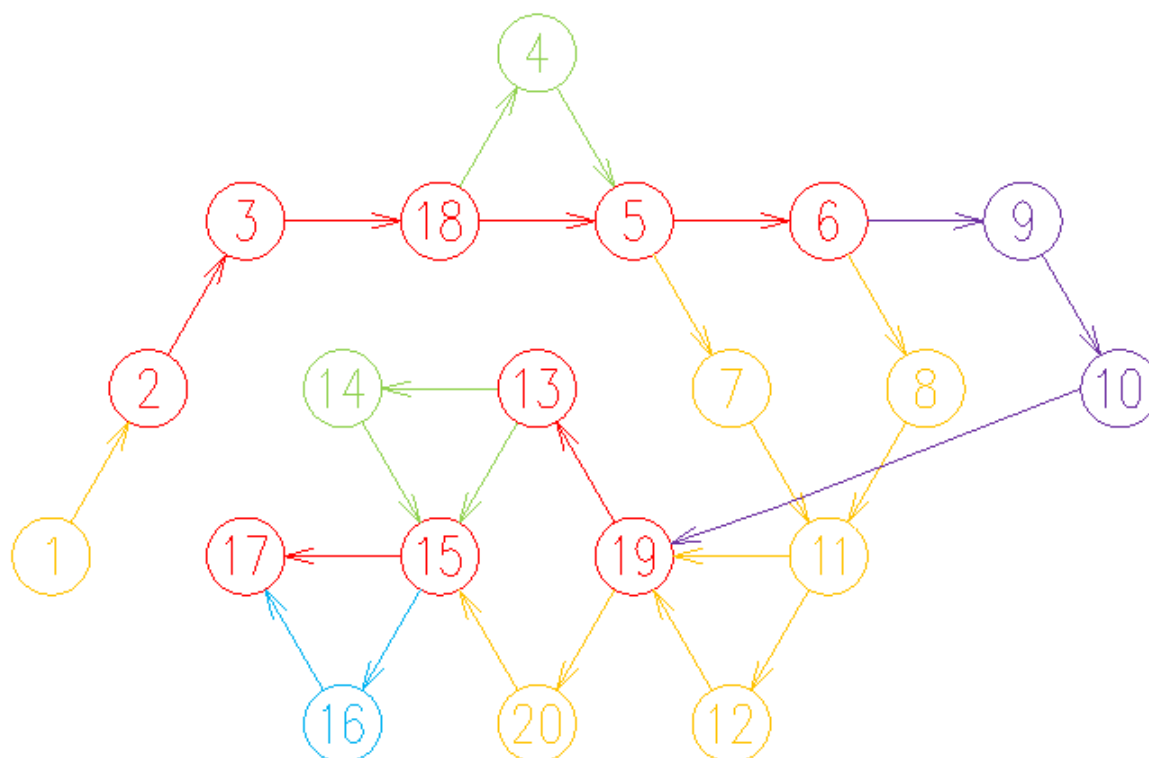
V „červenej“ skupine A sa nachádzajú najväčšie presúvané objemy, bolo sem zaradených 6 presunov, v rozmedzí 58,86 – 32, 20 t/rok. Najväčší ročný objem sa presúva medzi rozmeriavaním – párovaním (2 – 3) a párovaním – praním a sušením teliesok (3 – 18), o veľkosti 58,96 t/rok. Táto cesta je najvyťaženejšia, pretože všetky hriadele a puzdra sú hlavnými komponentmi ložísk a pri každom výrobku musia tieto operácie podstúpiť.

Do tejto skupiny tiež patrí presun materiálu z výstupnej kontroly na konzervovanie a balenie (15 – 17, objem 48,38 t/rok), pranie a sušenie teliesok – ručná montáž, meranie axiálnej vôle ložiska (18 – 5, objem 41,28 t/rok), ručná montáž, meranie axiálnej vôle ložiska - meranie axiálnej vôle ložiska 2 (5 – 6, objem 33,20 t/rok), popis laserom - konzervácia a balenie (19 – 17, objem 33,20 t/rok). Vo všeobecnosti do tejto skupiny spadajú operácie, ktoré sa vykonávajú na najväčšom počte výrobkov a sú nevyhnutné pre samotné spracovanie ložiska.

V „žltej“ skupine E, kde sa nachádzajú eminentne nutné väzby, sú tu zaradené objemy pohybujúce sa vo veľkosti 27,21 – 25,76 t/rok. Do tejto skupiny bolo zaradených 10 presunov materiálu medzi pracoviskami, ktoré by sa mohli ešte rozdeliť do dvoch podskupín, do prvej by patrili presuny o objeme 27,21 t/rok a do druhej o objeme 25,76 t/rok.

Ďalšou skupinou je imperatívna (dôležitá) skupina, ktorá je označovaná zelenou farbou a písmenom I. Táto skupina zahŕňa rozmedzie 18,70 – 17,80 t/rok. Patria tu operácie, ktoré odlišujú jednotlivé typové skupiny medzi sebou. Ako príklad môže byť uvedený presun medzi zábeh ložiska 2 (nízkootáčkový) – výstupná kontrola (13 – 15, objem 33,20 t/rok).

V trojuholníkovej sieti sa počítalo aj s umiestnením pracovísk ktoré sa nachádzajú mimo priestorov montáže, čo bude potrebné zohľadniť v ďalších krokoch. Trojuholníkovou sieťou bola naznačená vhodná dispozícia (Obr. 5.3).



### Obr. 5.3 Trojúhelníková metoda

## 5.6 Kapacitné prepočty

Skôr než sa začne uvažovať nad konečnými variantnými riešeniami, je potrebné stanoviť kapacity. Získané informácie určujú počty pracovísk, ktoré budú rozmiestnené do montážnej haly. Podrobnejšia tabuľka s čiastkovými výpočtami sa nachádzajú v prílohách I – J.

Niektoré operácie boli pohltené inými úkonmi alebo sa robia len na niektorých kusoch. Na základe poskytnutých informácií boli brané do úvahy, keďže je možné, že sa tieto operácie môžu v budúcnosti objaviť opäť ako samostatné. Konkrétne sa jedná o operácie č.4 a 14.

Najskôr boli montážne operácie rozdelené na ručné a strojné, pretože pri výpočtoch boli použité kapacitné prepočty, pri ktorých sa vo vzorci nachádzajú efektívne časové fondy. V prípade ručných operácií bolo počítané s EFR, ktorý predstavuje 1 687,5 hodín a v prípade strojových operácií sa počítalo s EFS, ktorý je 3 575 hodín.

### 5.6.1 Ručné operácie

*Výpočet pracoviska č.5: Ručná montáž ložiska, meranie axiálnej vôle ložiska*

Tab. 5.3 Špecifické údaje pracoviska č.5

Typ/Parameter	Q [ks]	T [min]	Q. T [min]
72-8-3	57 760	2,2485	129 873,3600
72-8-3/K	17 780	2,2485	39 978,3300
T100	108 480	2,2485	243 917,2800
73-1-14	72 500	0,7627	55 295,7500
76-3KK	63 530	0,8114	51 548,2420
76-3-1	29 950	0,8109	24 286,4550
$\Sigma$			544 899,4170

- Potrebné časové fondy a koeficienty:

- EFR = 1687,5 hod
- KPN = 1,1
- KP = 1
- KN = 1,002

Výpočet teoretického počtu pracovníkov, pre pracovisko č.5 :

$$k'_{iPRAC} = \frac{\sum Q \cdot T}{60 \cdot EFR \cdot KPN \cdot KP} \cdot KN \Rightarrow k_{iPRAC} \quad (5.1)$$

$$\begin{aligned} \sum Q \cdot T &= 129\,873,3600 + 39\,978,3300 + 243\,917,2800 + 55\,295,7500 \\ &+ 51\,548,2420 + 24\,286,4550 = \underline{544\,899,4170} \end{aligned}$$

$$k'_{iPRAC} = \frac{544\,899,4170}{60 \cdot 1\,687,5 \cdot 1,1 \cdot 1} \cdot 1,002 = \underline{4,8925 \text{ ks}}$$

$$k_{iPRAC} = \underline{5 \text{ ks}}$$

V tab. 5.4 sú uvedené aj ďalšie vypočítané kapacity. Označenie  $k'_{iPRAC}$  označuje vypočítanú hodnotu podľa vzorca (5.1) a  $k_{iPRAC}$  reálnu hodnotu, ktorá vznikla zaokrúhlením  $k'_{iPRAC}$  nahor.

Tab. 5.4 Súhrnná tabuľka vypočítaných kapacít - ručné operácie

Č. prac.	$\sum Nh$ [hod]	$k'_{iPRAC}$ [ks]	$k_{iPRAC}$ [ks]	Č. prac.	$\sum Nh$ [hod]	$k'_{iPRAC}$ [ks]	$k_{iPRAC}$ [ks]
2.	2407,9038	1,2972	2	11.	3664,3342	1,9741	2
3.	1345,0131	0,7246	1	12.	938,1953	0,5054	1
4.	0,0000	0,0000	1	14.	0,0000	0,0000	1
5.	9081,6570	4,8925	5	15.	1345,7500	0,7250	1
6.	318,2105	0,1714	1	16.	458,6537	0,2471	1
9.	89,5505	0,0482	1	17.	1004,2891	0,5410	1

### 5.6.2 Strojové operácie

#### Výpočet pracoviska č.1: Kalibrovanie

Tab. 5.5 Špecifické údaje pracoviska č.1

Typ/Parameter	Q [ks]	T [min]	Q · T [min]
72-8-3	57 760	0,0000	0,0000
72-8-3/K	17 780	0,0000	0,0000
T100	108 480	0,000	0,0000
73-1-14	72 500	0,2926	21 213,5000
76-3KK	63 530	0,283	17 978,9900
76-3-1	29 950	0,2926	8 763,3700
Σ			47 955,8600

- Potrebné časové fondy a koeficienty:

- EFS = 3 575 hod
- KPN = 1,1
- KP = 1
- KO = 1
- KN = 1,002

Výpočet teoretického počtu strojov, pre pracovisko č.1 :

$$k'_{iSTROJ} = \frac{\Sigma Q \cdot T}{60 \cdot EFS \cdot KPN \cdot KO \cdot KP} \cdot KN \Rightarrow k_{iSTROJ} \quad (5.2)$$

$$\Sigma Q \cdot T = 21\,213,50 + 17\,978,99 + 8\,763,37 = 47\,955,86$$

$$k'_{i \text{ STROJ}} = \frac{47\,955,86}{60 \cdot 3\,575 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 1,002 = \underline{\underline{0,2032 \text{ ks}}}$$

$$k_{i \text{ STROJ}} = \underline{\underline{1 \text{ ks}}}$$

V Tab. 5.6 sú uvedené aj ďalšie vypočítané kapacity. Označenie je obdobné ako pri teoretickom počte pracovníkov, tzn.  $k'_{i \text{ STROJ}}$  označuje vypočítanú podľa vzorca (5.2) a  $k_{i \text{ STROJ}}$  reálnu hodnotu, ktorá vznikla zaokrúhlením  $k'_{i \text{ STROJ}}$  nahor.

**Tab. 5.6 Súhrnná tabuľka vypočítaných kapacít - strojové operácie**

Č. prac.	$\sum N_h$ [hod]	$k'_{i \text{ STROJ}}$ [ks]	$k_{i \text{ STROJ}}$ [ks]	Č. prac.	$\sum N_h$ [hod]	$k'_{i \text{ STROJ}}$ [ks]	$k_{i \text{ STROJ}}$ [ks]
1.	799,2643	0,2032	1	13.	321,1713	0,0817	1
7.	550,8332	0,1401	1	18.	7,0000	0,0018	1
8.	254,3761	0,0647	1	19.	359,3333	0,0914	1
10.	1014,5696	0,2580	1	20.	2948,9205	0,7499	1

### 5.7 Sankeyov diagram

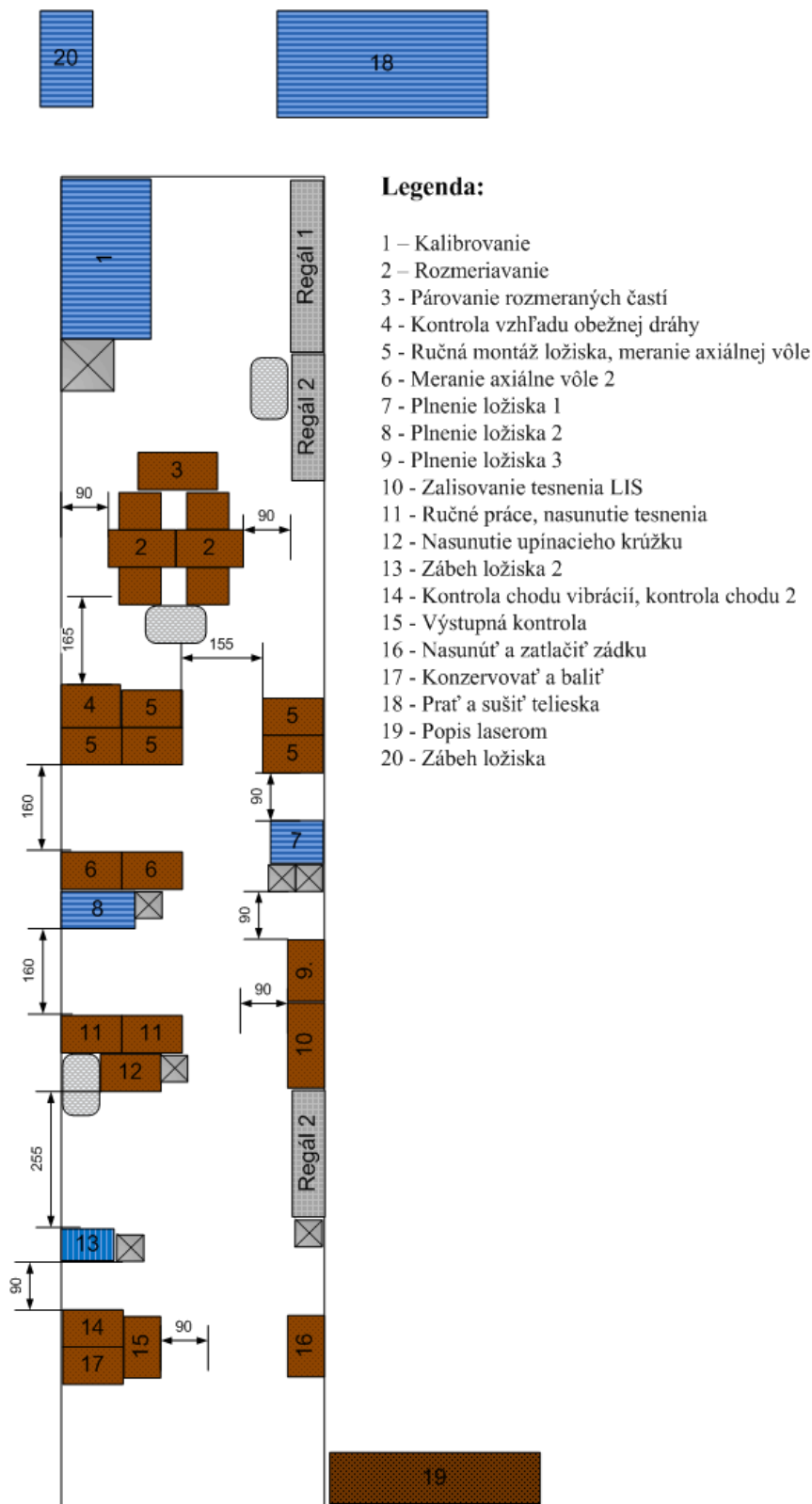
Sankeyov diagram (Príloha K) bol zhotovený na základe rozmiestnenia pracovísk do trojuholníkovej siete a kapacitných výpočtov pracovísk. Materiálové toky medzi pracoviskami sú znázornené čiarami, pričom šírka a farba čiary odpovedá intenzite materiálového toku. Pracoviská sú znázornené v obdĺžniku pričom v strede na nachádza označenie pracoviska (Tab. 5.1). V ľavo hornom rohu sa nachádza počet pracovísk, ktoré boli zistené pomocou kapacitných prepočtov ( $k_{i \text{ PRAC}}/k_{i \text{ STROJ}}$ ).

### 5.8 Návrh rozmiestnenia pracovísk

Tento bod sa už zaoberá spracovaním a popisom konečných variantných riešení. V tomto prípade bolo uvažované nad 2 variantmi, ktoré vychádzajú zo Sankeyovho diagramu. Keďže podnik požadoval do výroby zapojenie dopravníku, jeden variant sa týmto návrhom bude zaoberať. Oba varianty kladú dôraz na priamosť materiálového toku, bez spätných pohybov.

### 5.8.1 Variant A

Pri návrhu tohto variantu bolo uvažované nad presunom pracovísk do inej časti haly. Priestor pre jedného pracovníka pri montážnom stole bol uvažovaný min 90cm a šírka uličky, kde sa presúva materiál min 155cm.



Obr. 5.4 Variant A



**Montážne pracoviská**

Pre pracoviská bolo potrebné navrhnuť menšie rozmery stolov, tak aby zbytočne nezaberali priestor. Pri návrhu nových rozmerov bola braná v úvahu funkčnosť jednotlivých pracovísk.

V tab. 5.7 sú uvedené rozmery ostatných pracovísk, ktoré nebolo možné zmeniť. Pracoviská 18, 19 a 20 sa v tabuľkách nenachádzajú, keďže nebolo možné ich umiestnenie zmeniť.

**Tab. 5.7 Rozmery pracovísk**

Pracoviská	Počet [ks]	Rozmer [cm]		Stav rozmerov
2	2	125 x 70	70 x 75	Nové
3	1	150 x 70		
4	1	115 x 80		
5	5	115 x 70		
6, 9, 12, 14, 15, 16 a 17	1	115 x 70		
11	2	115 x 70		
1	1	300 x 170		Pôvodné
7	1	100 x 82		
8	1	140 x 70		
10	1	165 x 70		
13	1	100 x 65		

**Materiálové toky**

Návrhom nového dispozičného riešenia bolo skrátenie dĺžky materiálových tokov. Tento rozdiel je uvedený v % (Tab. 5.8) Skrátenie tokov sa pohybuje v rozmedzí -31,6 až - 47,7 %, oproti pôvodnému stavu. Znázornenie všetkých materiálových tokov sa nachádza v prílohe L .

**Tab. 5.8 Porovnanie materiálových tokov pre variant A**

Typ	Nová dispozícia [m]	Stará dispozícia [m]	Rozdiel [%]
72-8-3	134,1	181	-25,9 %
72-8-3/K	134,1	181	-25,9 %
T100	128,0	180	-28,9 %
73-1-14	96	148	-35,1 %
76-3-KK	93,5	143	-34,6 %
76-3-1	87	140	-37,8 %

Stoly je možné upraviť aj v rámci podniku, čo by vychádzalo lacnejšie. Stoly sú konštruované tak, že by stačilo upraviť len rozmery tabule a nosná konštrukcia by ostala pôvodná. Cena tabule by zahŕňala len náklady na materiál.

**Výpočet ceny úpravy stolov:**

$$C_{Stolov} = n_{Stolov} \cdot C_{Stola} \quad (5.3)$$

$C_{Stolov}$  ... cena všetkých stolov [€]

$C_{Stola}$  ... cena jedného stola [€]

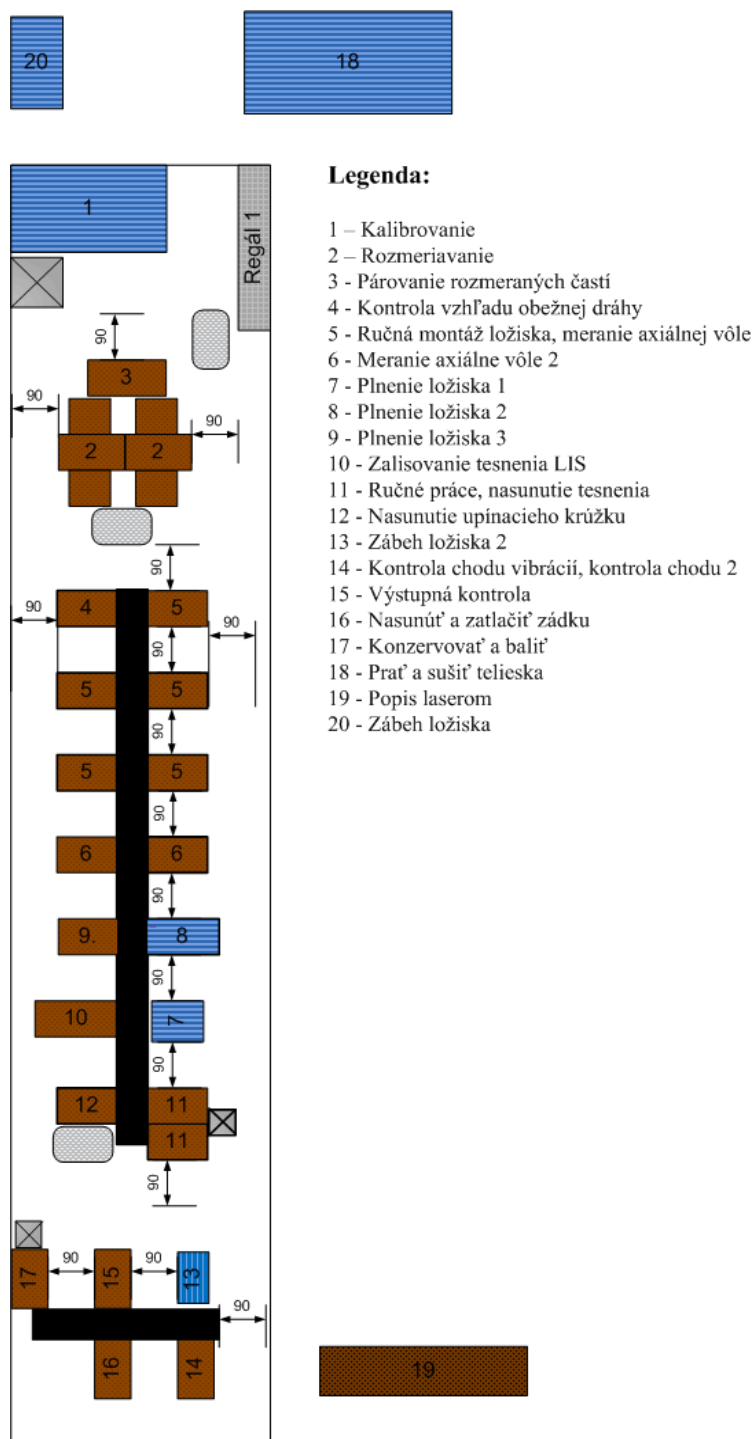
$n$  ... počet stolov [ks]

$$C_{Stolov} = n \cdot C_{Stola} = 19 \cdot 45 = \underline{\underline{855 \text{ €}}}$$

### 5.8.2 Variant B

Tento variant sa zaoberá rozmiestnením pracovísk nadväznosti na dopravník. Vzhľadom na pohyb výrobkov po hale bol dopravník rozdelený na 2 časti.

Prvá časť má dĺžku 10,1 m, pritom k nej prislúchajú operácie 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 a 12. Operácie 1, 2 a 3 nie sú zapracované do dopravníka, pretože by tento krok bol zbytočný, keďže po týchto operáciách sa materiál presúva na operáciu 18, ktorá je mimo montážnej časti.



Obr. 5.5 Variant B

## Montážne pracoviská

Taktiež ako vo variante A bolo potrebné optimalizovať rozmery stolov. Rozmery pre variant B boli rovnaké ako pre variant A (Tab. 5.7). Taktiež boli zachované odstupy medzi pracoviskami 90 cm.

## Parametre dopravníku

Definované boli len 3 parametre a to šírka, dĺžka a ovládanie. Šírka dopravného pásu bola stanovená 60 cm, pretože rozmery transportného obalu sú 25x25 cm a potrebné by boli dva pásy o šírke 30 cm (Tab. 5.9). Dopravníkové pásy by bolo možné nastaviť tak, aby pracovali oba pásy súčasne alebo každý zvlášť. Keďže sa pracoviská budú využívať podľa aktuálnej výroby, je potrebné, aby bol pri každom montážnom pracovisku ovládací panel k dopravnému pásu.

Podľa prieskumu ponúk boli zistené možné ceny dopravníkov (Tab. 5.10). Ceny boli zistiteľné pri 6 možných dodávateľov. Cenové ponuky jednotlivých firiem sa značne líšili, pohybovali sa v rozmedzí 8 900 – 24 300 €. V tomto prípade by bol vhodný dodávateľ BRICO Trnava, ktorý ponúkol cenu 8 900 €.

Tab. 5.9 Parametre dopravníka

Špecifikácie dopravného pásu	
Šírka dopravného pásu [m]	0,6
Dĺžka dopravného pásu [m]	10,1 a 3,6
Ovládanie dopravného pásu	Z každej operácie

Tab. 5.10 Možný dodávateľia dopravníka

Dodávateľ	KON3TRUKTA Trenčín	VUKOV Prešov	TOPEKO Trnava	CONVEC Trnava	BRICO Trnava	JUS Nižná
Cena [€]	18 040	24 300	10 730	12 670	8 900	16 714

**Materiálové toky**

Návrhom nového dispozičného riešenia boli skrátené dĺžky materiálových tokov. Tento rozdiel je uvedený v % (Tab. 5.11). Skrátenie tokov sa pohybuje v rozmedzí -28,7 až - 46,1 %, oproti pôvodnému stavu. Znázornenie materiálových tokov pre variant B sa nachádza v prílohe M.

**Tab. 5.11 Porovnanie materiálových tokov pre variant B**

<b>Typ</b>	<b>Nová dispozícia [m]</b>	<b>Stará dispozícia [m]</b>	<b>Rozdiel [%]</b>
<b>72-8-3</b>	129	181	<b>-30 %</b>
<b>72-8-3/K</b>	129	181	<b>-28,7 %</b>
<b>T100</b>	127,8	180	<b>-29,0 %</b>
<b>73-1-14</b>	78,3	148	<b>-47,1 %</b>
<b>76-3-KK</b>	77	143	<b>-46,1 %</b>
<b>76-3-1</b>	76,8	140	<b>-45,1 %</b>

## 5.9 Porovnanie oboch variantov

Celkové náklady pre jednotlivé varianty sú rozdielne. Značný rozdiel spôsobuje cena dopravníku vo variante B. Z tohto dôvodu by mala investícia vo variante B dlhšiu návratnosť. Obe varianty sa líšia aj vzdialenosťami materiálových tokov (Tab. 5.13). Plocha, ktorú jednotlivé varianty zaplňajú je takmer rovnaká, z tohto dôvodu sa bližšie z tejto stránky varianty neporovnávali.

Oba varianty sú plnohodnotné. Ak by bol výber vhodného variantu na základe výšky investície, tak nižšia investícia by bola pri variante A. Z pohľadu skrátenia materiálových tokov by bol vhodnejší variant B.

### 5.9.1 Porovnanie finančnej náročnosti

Obe riešenia zahŕňajú v nákladoch úpravu stolov, ktorá by bola nevyhnutná. Vo variante B je táto suma navýšená ešte aj o cenu dopravníku. V celkových nákladoch sa nepočítalo so sumou potrebnou na zabezpečenie manipulácie. Keďže tieto úkony nie sú náročné, pretože sa jedná len o stoly a menšie zariadenia, okrem kalibračného ktorý je väčších rozmerov, je možné zaobstarat' sťahovanie z vlastných kapacít.

Tab. 5.12 Prehľad nákladov pre oba varianty

Náklady	Úprava stolov [€]	Dopravník [€]	Σ [€]
Variant A	855		855
Variant B	855	8 900	9 755

Navýšenie ceny výrobku predstavuje sumu o ktorú by firma musela navýšiť cenu, tak aby sa investícia do roka vrátila.

V prípade variantu A, by bola čiastka o ktorú by sa navýšila cena výrobku zanedbateľná.

$$\text{navýšenie ceny výrobku}_{\text{VARIANT A}} = \frac{\text{vynaložené náklady pre variant A}}{\text{ročný objem výroby}} = \frac{855}{350\,000} \quad (5.4)$$

$$\text{navýšenie ceny výrobku} = \underline{\underline{0,002 \text{ €/ks}}}$$

V prípade variantu B by bolo potrebné zvýšiť cenu o 0,03 € na kus, čo je opäť zanedbateľná suma. Vzhľadom na túto čiastku, by bolo možné tieto financie uvoľniť z firemných fondov.

$$\text{navýšenie ceny výrobku}_{\text{VARIANT B}} = \frac{\text{vynaložené náklady pre variant B}}{\text{ročný objem výroby}} = \frac{9\,755}{350\,000} \quad (5.5)$$

$$\text{navýšenie ceny výrobku} = \underline{\underline{0,03 \text{ €/ks}}}$$

### 5.9.2 Porovnanie dĺžky materiálových tokov

.V oboch variantoch dochádza k značnému skráteniu materiálových tokov (Tab. 5.13). Tento jav je spôsobený dvomi faktormi, prvým je premiestnenie textilnej montáže v hale a druhým je návrh novej dispozície. Dĺžky nových materiálových tokov boli zistené výpočtami, ktoré zohľadňovali vzdialenosti medzi pracoviskami.

Tab. 5.13 Porovnanie materiálových tokov pre oba varianty

Typ	Nová dispozícia [m]		Stará dispozícia [m]	Rozdiel [%]	
	Variant A	Variant B		Variant A	Variant B
72-8-3	134,1	129	181	-25,9 %	-30 %
72-8-3/K	134,1	129	181	-25,9 %	-28,7 %
T100	128,0	127,8	180	-28,9 %	-29,0 %
73-1-14	96	78,3	148	-35,1 %	-47,1 %
76-3-KK	93,5	77	143	-34,6 %	-46,1 %
76-3-1	87	76,8	140	-37,8 %	-45,1 %

## 6 Zhodnotenie prínosu práce

Na spracovanie diplomovej práce boli použité interné údaje firmy. Použité boli technologické postupy typových výrobkov pre nízkoootáčkové a vysokoootáčkové textilné ložiská, konkrétne pre typy 72-8-3, 72-8-3/K, T100, 73-1-14, 76-3-KK a 76-31. Pri spracovaní údajov bolo potrebné spolupracovať a konzultovať niektoré kroky so zamestnancami firmy, konkrétne z textilnej montáže.

Po získaní a spracovaní analýzy súčasného stavu boli spracované postupné schémy pre jednotlivé typy a súčasne zoradené pracoviská do príslušnej postupnosti tak, aby nedochádzalo k spätným tokom. Ku každému pracovisku bolo priradené číslo a toto označenie bolo použité v celej práci. Na základe získaných objemov výroby bola zostavená šachovnicová tabuľka „ODKIAL – KAM“, kde boli zaznamenané prepravované objemy medzi pracoviskami. Vypísaním údajov z tejto tabuľky bola zostavená tabuľka prepravovaného materiálu, pričom bola rozdelená do piatich častí v závislosti na dôležitosti väzieb, každej časti prislúcha aj farebné označenie. Do trojuholníkovej siete boli zakreslené pracoviská a znázornené materiálové toky s príslušným farebným označením. Po tomto kroku bol spracovaný Sankeyov diagram, ktorý vychádza z trojuholníkovej siete a ide o predbežný návrh novej dispozície.

Na základe predchádzajúcich krokov boli navrhnuté dva varianty. V oboch variantoch sú montážne pracoviská usporiadané tak, aby boli materiálové toky čo najkratšie. Keďže medzi ciele patrila aj úspora plôch, tak boli dispozície niektorých pracovísk upravené.

Variant A bol navrhnutý na základe využitia aktuálnej vybavenosti textilnej montážne, tzn. aby boli náklady na nové usporiadanie čo najnižšie. V tomto prípade by sa jednalo iba o náklady úpravy platní stolov, ktoré by stali cca 855 €.

Variant B bol navrhnutý na základe podnetu firmy, pretože si v konečnom riešení predstavovali využitie dopravného pásu, z dôvodu menšej manipulácie s bremenom. Tento variant tiež zahŕňal úpravu stolov v cene cca 855 € a dopravný pás. V tomto prípade boli navrhnuté dva pásy, jeden s dĺžkou 10,1 m a druhý kratší, s dĺžkou 3,6 m.

Oba varianty sú využiteľné v praxi, keďže išlo o riešenie aktuálneho problému, ktorý chcela firma sama vyriešiť. Výber vhodnejšieho variantu závisí na financiách, ktoré by chcel podnik poskytnúť na realizáciu projektu.



## Záver

Cieľom diplomovej práce bolo spracovanie optimalizácie montáže nízkootáčkových a vysokootáčkových textilných ložísk a návrh nového rozmiestnenia montážnych pracovísk.

Podnik KINEX a .s. Bytča ukončil ku koncu roku 2011 výrobu ložísk do bicyklov. Týmto krokom vzniklo v montážnej hale voľné miesto, ktoré chcel podnik využiť. Keďže montážna hala nemala dostatok oddychovej časti a mala nedostatok miesta pre skrinky na osobné veci, chcela firma tento priestor využiť s týmto účelom. Súčasná oddychová časť sa nachádza vedľa textilnej montáže, preto by odstránením montáže vznikol väčší priestor pre oddychovú časť. Nová textilná montáž by mala byť umiestnená na uvoľnené miesto po montáži ložísk do bicyklov. Keďže je tento priestor menší, bolo potrebné zoptimalizovať samotné rozmiestnenie.

Úvodná kapitola sa zaoberá stručnou charakteristikou riešenej problematiky, ide o teoretické poznatky a úvod do problematiky.

V nasledujúcej kapitole je stručne charakterizovaný súčasný stav v podniku, jeho sortiment, pole pôsobenia, hlavné montážne procesy a analýza textilnej montáže. Následne sú v práci popísané problémy a vytýčené ciele práce.

Skôr než sa začne práca zaoberať riešením problematiky, je potrebné charakterizovať metodické postupy, ktoré sú načrtnuté v kapitole 4.

V záverečnej kapitole boli pomocou vhodných metód navrhnuté dva varianty, ktoré sú plnohodnotné a oba aj plne využiteľné v praxi. Vhodnosť týchto návrhov bola konzultovaná s technologom a majstrom textilnej montáže.

## Použité zdroje

- [1] KATEDRA VÝROBNÝCH SYSTÉMOV. *Montáž – podklady pre cvičenie* [online]. ©2011 [cit. 14-12-11]. Dostupné z: <http://www.kvs.sjf.stuba.sk/TOaM/Montaz.pdf>.
- [2] VALENTOVIČ, E. *Základy montáže*. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2001. 136 s. ISBN 80-227-1464-X.
- [3] VIGNER, M. ZELENKA, A. KRÁL, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. 592 s. ISBN 04-246-84.
- [4] SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE. *Priestorová štruktúra výrobného procesu – teoretické základy* [online]. ©2012 [cit. 11-2-12]. Dostupné z: [http://www.tf.uniag.sk/e\\_sources/katsvs/rpv/4\\_Prednaska\\_RPV.pdf](http://www.tf.uniag.sk/e_sources/katsvs/rpv/4_Prednaska_RPV.pdf).
- [5] ŽILINSKÁ UNIVERZITA – STROJNÍCKA FAKULTA. *Projektovanie výrobných systémov – tvorba výrobnnej dispozície* [online]. ©2011 [cit. 10-12-11]. Dostupné z: [http://fstroj.utc.sk/kpi/krajcovic/pvs/PVS\\_prednaska4.pdf](http://fstroj.utc.sk/kpi/krajcovic/pvs/PVS_prednaska4.pdf).
- [6] KINEX [online]. ©2011 [cit. 10-12-11]. Dostupné z: <http://www.kinex.sk>.
- [7] KINEX. *Špeciálne ložiská pre textilný priemysel* [online]. ©2012 [cit. 14-2-12]. Dostupné z: [http://www.kinex.sk/pdf/kinex\\_textilny\\_2010.pdf](http://www.kinex.sk/pdf/kinex_textilny_2010.pdf).
- [8] HTC – HOLDING A.S. [online]. ©2012 [cit. 4-2-12]. Dostupné z: <http://www.htc-holding.sk/sk/O-nas.alej>.
- [9] ALEJ TECH. *Referencie: Služby a priemysel* [online]. ©2012 [cit. 4-2-12]. Dostupné z: <http://www.alejtech.eu/sk/Referencie/Webstranky/Sluzby.alej>.
- [10] VIGNER, Miloslav. *Projektování výrobních systémů*. dotisk . Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1984. 273 s. ISBN 04-246-84 .
- [11] SMETANA, Jiří. *Projektování technologických pracovišť*. 1. vyd. Ostrava: Ostravské tiskárny, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9 .
- [12] ZELENKA, Antonín KRÁL, Mirko. *Projektování výrobních systémů*. 1. vyd. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2 .

[13] SCRIBD. *Projektovanie výrob* [online]. ©2012 [citovane 14-2-12].

Dostupné z: <http://www.scribd.com/doc/7312671/P9-Kapacitne-vpoty-v-Projektovani>.

[14] IPA SLOVAKIA. *Slovník* [online]. ©2012 [citovane 14-2-12].

Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/slovník.aspx>.

[15] VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ. *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce* [online].

©2011 [citovane 5-5-12]. Dostupné z: [http://www.fs.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fs/cs/okruhy/studium-a-vyuka/studijni-predpisy/FS\\_SME\\_05\\_003.pdf](http://www.fs.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fs/cs/okruhy/studium-a-vyuka/studijni-predpisy/FS_SME_05_003.pdf).

## Zoznam obrázkov

Obr. 1.1 Technologické usporiadanie.....	13
Obr. 1.2 Predmetné usporiadanie .....	15
Obr. 1.3 Modulárne usporiadanie .....	16
Obr. 1.4 Bunkové usporiadanie.....	17
Obr. 2.1 Logo podniku KINEX BEARINGS a.s. ....	18
Obr. 2.2 História KINEX BEARINGS a.s. ....	19
Obr. 2.3 Logo HTC - holding a.s. ....	20
Obr. 2.4 Certifikát ISO 9001:2008 pre KINEX BEARINGS a.s. ....	21
Obr. 2.5 Certifikát Nadcap pre KINEX BEARINGS a.s. ....	22
Obr. 2.6 Špeciálne valivé ložisko .....	25
Obr. 2.7 Odkladacie miesto pre hriadele pri rozmeriavaní.....	26
Obr. 2.8 Vzor tlačiva - pomocná sprievodka .....	26
Obr. 2.9 Vzor tlačiva - nezhodné kusy opraviteľné .....	27
Obr. 2.10 Vzor tlačiva - sprievodka pre nezhodné kusy neopraviteľné .....	27
Obr. 2.11 Textilná montážna hala - rozmeriavanie, párovanie.....	28
Obr. 2.12 Plnička maziva .....	29
Obr. 3.1 Súčasné a budúce umiestnenie textilnej montáže.....	33
Obr. 3.2 Súčasný materiálový tok.....	35
Obr. 3.3 Pracovisko rozmeriavania .....	36
Obr. 4.1 Grafické znázornenie trojuholníkovej metódy .....	40
Obr. 5.1 Postupové schémy pre textilné ložiská - vysokootáčkové.....	47
Obr. 5.2 Postupové schémy pre textilné ložiská - nízkootáčkové .....	48
Obr. 5.3 Trojuholníková metóda.....	51
Obr. 5.4 Variant A.....	56
Obr. 5.5 Variant B.....	59

## Zoznam tabuliek

Tab. 1.1 Výhody a nevýhody technologického usporiadania .....	14
Tab. 1.2 Výhody a nevýhody predmetného usporiadania .....	15
Tab. 1.3 Výhody a nevýhody modulárneho usporiadania .....	16
Tab. 1.4 Výhody a nevýhody bunkového usporiadania .....	17
Tab. 2.1 Plánovaný objem výroby na rok 2012 .....	31
Tab. 3.1 Aktuálna dispozícia montáže .....	34
Tab. 3.2 Aktuálna dĺžka materiálových tokov .....	35
Tab. 4.1 Druhy a označenia priorít.....	39
Tab. 5.1 Označenia jednotlivých pracovísk.....	46
Tab. 5.2 Tabuľka prepravovaného materiálu.....	49
Tab. 5.3 Špecifické údaje pracoviska č.5 .....	52
Tab. 5.4 Súhrnná tabuľka vypočítaných kapacít - ručné operácie .....	53
Tab. 5.5 Špecifické údaje pracoviska č.1 .....	54
Tab. 5.6 Súhrnná tabuľka vypočítaných kapacít - strojové operácie .....	55
Tab. 5.7 Rozmery pracovísk .....	57
Tab. 5.8 Porovnanie materiálových tokov pre variant A.....	58
Tab. 5.9 Parametre dopravníka .....	60
Tab. 5.10 Možný dodávateľ dopravníka .....	60
Tab. 5.11 Porovnanie materiálových tokov pre variant B .....	61
Tab. 5.12 Prehľad nákladov pre oba varianty .....	62
Tab. 5.13 Porovnanie materiálových tokov pre oba varianty .....	63

## **Zoznam príloh**

Príloha A: Druhy montážnych systémov

Príloha B: Príklad nezhodných kusov neopraviteľných

Príloha C: Znázornenie materiálového toku pre typy 72-8-3 a 72-8-3/K

Príloha D: Znázornenie materiálového toku pre typ T100

Príloha E: Znázornenie materiálového toku pre typ 73-1-14

Príloha F: Znázornenie materiálového toku pre typ 76-3-KK

Príloha G: Znázornenie materiálového toku pre typ 76-3-1

Príloha H: Šachovnicová tabuľka

Príloha I: Časy operácií jednotlivých typov textilných operácií

Príloha J: Čiastočné výpočty ku kapacitným prepočtom

Príloha K: Sankeyov diagram

Príloha L: Materiálové toky pre variant A

Príloha M: Materiálové toky pre variant B

## **PodĎakovanie**

Na tomto mieste by som sa chcela poďakovať Ing. Vladimíre Schindlerovej z VŠB-TU v Ostrave za odborné vedenie a poskytovanie dôležitých rád a pripomienok pri spracovaní diplomovej práce. Ďalej Ing. Ivanovi Galvánkovi a Mariánovi Jozefiakovi z KINEX BEARINGS a.s. za konzultácie a cenné pripomienky z praxe. Samozrejme by som chcela poďakovať svojim rodičom a rodine, ktorí ma počas celého štúdia podporovali.